

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-528752

(P2004-528752A)

(43) 公表日 平成16年9月16日(2004.9.16)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H04N 7/24	H04N 7/13	A 5C059
H03M 7/36	H03M 7/36	5J064
H04L 1/00	H04L 1/00	B 5K014

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 142 頁)

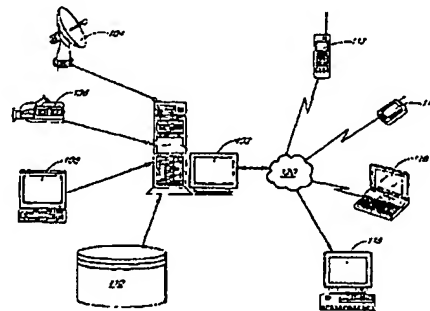
(21) 出願番号	特願2002-570518 (P2002-570518)	(71) 出願人	301079899
(86) (22) 出願日	平成14年3月5日 (2002.3.5)		インタービデオインコーポレイテッド
(85) 翻訳文提出日	平成15年9月4日 (2003.9.4)		アメリカ合衆国カリフォルニア州フレモン
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/006865		ト市47350フレンモントブルバード
(87) 国際公開番号	W02002/071736	(74) 代理人	100065215
(87) 国際公開日	平成14年9月12日 (2002.9.12)		弁理士 三枝 英二
(31) 優先権主張番号	60/273,443	(74) 代理人	100094101
(32) 優先日	平成13年3月5日 (2001.3.5)		弁理士 館 泰光
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100114616
(31) 優先権主張番号	60/275,859		弁理士 眞下 晋一
(32) 優先日	平成13年3月14日 (2001.3.14)	(74) 代理人	100124028
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 松本 公雄
(31) 優先権主張番号	60/286,280	(74) 代理人	100124039
(32) 優先日	平成13年4月25日 (2001.4.25)		弁理士 立花 顕治
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ビデオデコーダにおけるエラー復元システム及び復元方法

(57) 【要約】

本発明は、破損したビデオビットストリームの画像中のエラーを隠蔽する方法及び装置、部分的に破損したデータから有用なビデオデータを回復する方法及び装置、ビデオビットストリームに埋め込まれた順方向エラー訂正 (FEC) 符号を使用してビデオオブジェクトプレーン (VOP) などのビデオデータを有利に再構築し復号する方法及び装置、ビデオビットストリーム中で受け取ったデータを管理する方法及び装置に関する。補間、代用、適応技術、加重合計技術を含めて、様々な隠蔽技術を開示する。各実施の形態で、破損したデータパケットを調べ、1つ又は複数のエラー位置と、エラーがないと予想されるデータを破損データパケットが含むか否かと、このエラーのないデータを使用すべきか否かを識別する。ビデオビットストリームに埋め込まれたFEC符号を復号するための、下位互換性のある技術を開示する。リングバッファ中のビデオビットストリームデータに高速かつ効率的にアクセスする技術も開示する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ビデオビットストリーム中で受け取ったエラーを隠蔽するビデオデコーダであって、
前記ビデオビットストリーム中のエラーを検出するように適合されたエラー検出回路と、
画像の一部に対応するビデオビットストリームの一部にあるエラーの指示を提供するように
構成されているメモリデバイスと、
前記画像の第 1 部分にある前記エラーの指示に応答するように構成されている制御回路と
を備え、
前記制御回路がさらに、前記画像中の第 1 部分の上にある第 2 部分及び前記画像中の第 1
部分の下にある第 3 部分にエラーがないか否かを検出するように構成されており、前記制
御回路がさらに、前記画像の第 2 部分中の対応するデータと前記画像の第 3 部分中の対応
するデータとの間を補間して前記エラーを隠蔽するように構成されているビデオデコーダ
。

10

【請求項 2】

前記制御回路がさらに、前記第 1 部分が前記画像の上限にあるときを決定し、対応するデ
ータを前記画像の第 3 部分から前記第 1 部分にコピーして前記エラーを隠蔽するように構
成されている請求項 1 記載のビデオデコーダ。

【請求項 3】

前記制御回路がさらに、前記第 1 部分中のピクセルを灰色に設定することによって前記エ
ラーを隠蔽するように構成されている請求項 1 記載のビデオデコーダ。

20

【請求項 4】

ビデオビットストリーム中で受け取ったエラーを適宜隠蔽するビデオデコーダであって、
画像の選択部分についてのエラー値を維持するように適合されたメモリモジュールと、
エラーに回答して画像を生成する複数のエラー復元モジュールと、
前記複数のエラー復元モジュールに対応するエラー値の複数の予測を生成するように適合
された予測モジュールと、
前記ビデオビットストリーム中のエラーの指示を受け取り、これに回答して、前記エラー
値の予測の比較に基づいて前記エラー復元モジュールからエラー復元モジュールを選択す
る様に適合された制御モジュールとを備えたビデオデコーダ。

【請求項 5】

エラー復元技術に対応する所定のエラー値を記憶したルックアップテーブルをさらに備え
、前記ルックアップテーブルが前記予測モジュールに結合された請求項 4 記載のビデオデ
コーダ。

30

【請求項 6】

ビデオビットストリーム中で受け取ったエラーを隠蔽するビデオデコーダであって、
画像の選択部分についてのエラー分散を維持するように適合されたメモリモジュールと、
エラーに回答して画像を生成する複数のエラー復元モジュールと、
前記複数のエラー復元モジュールに対応する複数の重みを生成するように適合された予測
モジュールと、
前記ビデオビットストリーム中のエラーの指示を受け取り、これに回答して、選択された
エラー復元モジュールの出力を前記予測モジュールからの重みと組み合わせて前記エラー
を隠蔽するように適応された制御モジュールとを備えたビデオデコーダ。

40

【請求項 7】

前記予測モジュールが、予想されるエラーの逆数に関係する重みを提供する請求項 6 記載
のビデオデコーダ。

【請求項 8】

前記予測モジュールが、最小平均 2 乗誤差をもたらす重みを提供する請求項 6 記載のビ
デオデコーダ。

【請求項 9】

複数のエラー隠蔽技術から選択的にエラー隠蔽技術を適用するオブティマイザ回路であっ

50

て、

画像の少なくとも一部に関係する推定エラーを維持する手段と、
前記推定エラーを使用して、エラー隠蔽技術の適用に対応する複数の予測エラー推定値を生成する手段と、
最小の予測エラー推定値をもたらしエラー隠蔽技術を選択する手段とを備えるオブティマイザ回路。

【請求項 10】

ビデオデコード中でエラーを隠蔽する方法であって、
イントラ符号化されたビデオビットストリームの第 1 部分にあるエラーを検出するステップ、

10

画像の前記第 1 部分の上にある第 2 部分と前記画像の前記第 1 部分の下にある第 3 部分とが破損していないと決定するステップ、及び、

前記第 2 部分及び前記第 3 部分が破損していない場合、前記第 2 部分中の第 1 の水平ピクセル行と前記第 3 部分中の第 2 の水平ピクセル行との間で前記第 1 部分中のピクセルを補間して、エラーを隠蔽するステップを含む方法。

【請求項 11】

前記補間が線形補間を含む請求項 10 記載の方法。

【請求項 12】

前記第 1 部分が前記画像の上限に対応すると決定するステップ、及び、
前記第 3 部分が破損していない場合、前記第 3 部分から前記第 2 の水平ピクセル行をコピーするステップをさらに含む請求項 10 記載の方法。

20

【請求項 13】

前記第 2 部分が破損していると決定するステップ、
前記第 3 部分が破損していないと決定するステップ、及び、
前記第 2 部分が破損しており前記第 3 部分が破損していない場合、前記第 3 部分から前記第 2 の水平ピクセル行をコピーするステップをさらに含む請求項 10 記載の方法。

【請求項 14】

前記第 2 部分が破損していると決定するステップ、
前記第 3 部分が破損していると決定するステップ、及び、
前記第 2 部分及び前記第 3 部分が破損している場合、前記第 1 部分中のピクセルを灰色に設定するステップをさらに含む請求項 10 記載の方法。

30

【請求項 15】

前記検出したエラーがフレーム中のエラーに関係する請求項 10 記載の方法。

【請求項 16】

前記検出したエラーがビデオオブジェクトプレーン (VOP) 中のエラーに関係する請求項 10 記載の方法。

【請求項 17】

前記検出したエラーがマクロブロック中のエラーに関係する請求項 10 記載の方法。

【請求項 18】

ビデオデコード中でエラーを隠蔽する方法であって、
予測符号化されたビデオビットストリームの第 1 部分にあるエラーを検出するステップ、
前記エラーが標準的な動きベクトルに関係する場合、代用動きベクトルを提供するステップ、
前のフレームの第 1 の参照部分が利用可能な場合、前記第 1 の参照部分を前記代用動きベクトルと共に使用して再構築するステップ、及び、
前記前のフレームの第 1 の参照部分が利用不可能な場合、前記前のフレームに先行する第 2 のフレームの第 2 の参照部分を使用するステップを含む方法。

40

【請求項 19】

前記ビデオビットストリームからの前記標準的な動きベクトルが利用可能であって前記第 1 の参照部分が利用不可能な場合、前記動きベクトルを前記第 2 のフレームの第 2 の参照

50

部分と共に使用するステップ、及び、

前記前のフレームと前記第2のフレームとの間の時間的な差を反映するように、前記標準的な動きベクトルの大きさを補償するステップをさらに含む請求項18記載の方法。

【請求項20】

前記第2のフレームが前の前のフレームである場合、前記大きさを補償するステップは2を掛けることを含む請求項19記載の方法。

【請求項21】

前記標準的な動きベクトルが利用不可能であって前記第1の参照部分が利用不可能な場合、前記代用動きベクトルを前記第2のフレームの前記第2の参照部分と共に使用するステップ、及び、

10

前記前のフレームと前記第2のフレームとの間の時間的な差を反映するように、前記代用動きベクトルの大きさを補償するステップをさらに含む請求項18記載の方法。

【請求項22】

前記代用動きベクトルが、隣接する動きベクトルのコピーである請求項18記載の方法。

【請求項23】

前記代用動きベクトルが、隣接する動きベクトルから補間される請求項18記載の方法。

【請求項24】

前記ビデオビットストリームからの別の動きベクトルが利用可能であると決定するステップ、及び

前記別の動きベクトルを前記標準的な動きベクトル及び前記代用動きベクトルの代わりに使用して前記エラーを隠蔽するステップをさらに含む請求項18記載の方法。

20

【請求項25】

ビデオ画像を適宜生成する方法であって、

フレームについてのビデオデータを受け取るステップ、

前記ビデオデータがイントラ符号化されているか予測符号化されているかを決定するステップを含み、

前記ビデオデータがイントラ符号化されている場合、

前記イントラ符号化ビデオデータがエラーに対応するか否かを決定するステップ、

前記イントラ符号化ビデオデータがエラーに対応する場合、前記エラーを隠蔽するステップ、

30

前記イントラ符号化ビデオデータがエラーに対応する場合、ビデオパケットの少なくとも一部に関連するエラー値を第1の所定の値にセットするステップ、

前記イントラ符号化ビデオデータについてエラーが検出されなかった場合、前記エラー値をリセットするステップ、及び、

前記イントラ符号化ビデオデータについてエラーが検出されなかった場合、前記イントラ符号化ビデオデータを使用するステップを含み、

前記ビデオデータが予測符号化されている場合、前記予測符号化ビデオデータがエラーに対応するか否かを決定するステップを含み、

前記予測符号化ビデオデータがエラーに対応する場合、

前記予測符号化ビデオデータについてエラーが検出されず、前記関連するエラー値がリセットされている場合、前記予測符号化ビデオデータを使用するステップ、

40

前記予測符号化ビデオデータについてエラーが検出されず、前記関連するエラー値がリセットされていない場合、前記予測符号化ビデオデータの使用に対応する第1の推定エラーを予測するステップ、

前記予測符号化ビデオデータについてエラーが検出されず、前記関連するエラー値がリセットされていない場合、第1の予測符号化エラー隠蔽技術の使用に対応する第2の推定エラーを予測するステップ、

前記予測した第1の推定エラーと前記予測した第2の推定エラーとの間で比較することによって前記予測符号化ビデオデータの使用と前記第1の予測符号化エラー隠蔽技術の使用との間で選択するステップ、及び、

50

前記予測符号化ビデオデータと前記第1の予測符号化エラー隠蔽技術のいずれを選択するかに従って前記エラー値を更新するステップを含み、
前記予測符号化ビデオデータがエラーに対応する場合、
第2の予測符号化エラー隠蔽技術を適用するステップ、及び、
前記第2の予測符号化エラー隠蔽技術に従って前記エラー値を更新するステップを含む方法。

【請求項26】

前記第1の予測符号化エラー隠蔽技術と前記第2の予測符号化エラー隠蔽技術が同じである請求項25記載の方法。

【請求項27】

前記第2の推定エラーを予測するステップがさらに、予測符号化に対する複数のエラー隠蔽技術に対応する複数の推定エラーを予測するステップを含み、前記予測符号化ビデオデータの使用と前記予測符号化エラー隠蔽技術の使用との間で選択するステップがさらに、前記予測符号化ビデオデータの使用と、前記複数のエラー隠蔽技術のうちのエラー隠蔽技術の使用との間で、前記対応する推定エラーの予測に基づいて選択するステップを含む請求項25記載の方法。

【請求項28】

前記第2の予測符号化エラー隠蔽技術を適用するステップがさらに、
予測符号化に対する複数のエラー隠蔽技術に対応する複数の推定エラーを予測するステップ、
前記予測した推定エラーを使用して前記複数のエラー隠蔽技術から選択するステップ、
前記選択したエラー隠蔽技術を適用するステップ、及び、
前記選択したエラー隠蔽技術に従って前記エラー値を調整するステップを含む請求項25記載の方法。

【請求項29】

前記ビデオデータがマクロブロックである請求項25記載の方法。

【請求項30】

前記ビデオデータがビデオオブジェクトプレーン（VOP）である請求項25記載の方法。

【請求項31】

前記ビデオデータがフレームである請求項25記載の方法。

【請求項32】

前記エラー値を0～255の範囲に正規化するステップをさらに含む請求項25記載の方法。

【請求項33】

フレームシーケンス中の進行に応答して、1未満の値を有するリーキーな値を前記エラー値に掛けることをさらに含む請求項25記載の方法。

【請求項34】

前記リーキーな値が約0.93である請求項33記載の方法。

【請求項35】

前記エラー値をメモリアレイ中に維持するステップをさらに含み、前記アレイ中のエラー値が前記画像中の少なくとも1つのピクセルに関連する請求項25記載の方法。

【請求項36】

前記エラー値をメモリアレイ中に維持するステップをさらに含み、前記画像中の各ピクセルが前記アレイ中のエラー値に関連する請求項25記載の方法。

【請求項37】

ビデオ画像を生成する方法であって、
ビデオフレームについてのデータを受け取るステップ、
前記ビデオフレームが予測符号化フレームかイントラ符号化フレームかを決定するステップを含み、

10

20

30

40

50

前記ビデオフレームが予測符号化フレームの場合、
前記ビデオフレームからのビデオデータグループがエラーに対応するか否かを決定するステップを含み、
前記ビデオデータグループ中にエラーがない場合、
前記ビデオデータグループがイントラ符号化されているか予測符号化されているかを決定するステップ、
前記ビデオデータグループがイントラ符号化されている場合、前記ビデオデータグループをイントラ復号するステップ、
前記ビデオデータグループがイントラ符号化されている場合、前記ビデオデータグループの少なくとも一部に関連するエラー分散をリセットするステップ、
前記ビデオデータがイントラ符号化されている場合、第1の加重合計を使用して前記ビデオデータグループに対応する画像の一部を再構築するステップであって、前記第1の加重合計が少なくとも第1と第2の技術の結果を組み合わせたものであること、及び、
前記画像の一部を再構築するのに使用された前記第1の加重合計に従って前記エラー分散を更新するステップを含み、
前記ビデオデータグループ中にエラーがある場合、
前記ビデオデータグループに対応する前記画像の一部にある前記エラーを隠蔽するステップ、及び、
エラー隠蔽に従って前記エラー分散を更新するステップを含む方法。

10

【請求項38】

20

前記ビデオデータグループがマクロブロックを含む請求項37記載の方法。

【請求項39】

前記ビデオデータグループがビデオオブジェクトプレーン（VOP）を含む請求項37記載の方法。

【請求項40】

前記ビデオデータグループが不足データを含む請求項37記載の方法。

【請求項41】

前記エラーを隠蔽するステップがさらに、第2の加重合計を使用して、前記ビデオデータグループに対応する前記画像の一部を隠蔽するステップを含み、前記第2の加重合計が、少なくとも2つのエラー隠蔽技術の結果を組み合わせたものである請求項37記載の方法。

30

【請求項42】

前記第1の加重合計が、前記第1及び第2の技術の予想エラーの逆数に関係する値に従って前記第1及び第2の技術の結果を重み付けする請求項37記載の方法。

【請求項43】

前記第1の技術が、前のフレームの第1の参照部分から前記画像の一部を構築するステップを含み、前記第2の技術が、前記前のフレームに先行するフレームの第2の参照部分から前記画像の一部を構築するステップを含む請求項37記載の方法。

【請求項44】

前記第2の加重合計が、第3及び第4のエラー隠蔽技術の予想エラーの逆数に関係する値に従って前記第3及び第4のエラー隠蔽技術の結果をそれぞれ重み付けする請求項37記載の方法。

40

【請求項45】

前記ビデオフレームが予測符号化フレームの場合、
次のビデオデータグループを受け取るステップ、及び、
前記ビデオデータグループが処理されるまで前記方法の実行を継続するステップをさらに含む請求項37記載の方法。

【請求項46】

前記ビデオフレームがイントラ符号化フレームの場合、
前記ビデオフレームからのビデオデータグループがエラーに対応するか否かを決定するス

50

テップ、
前記ビデオデータグループ中にエラーがない場合、
前記ビデオデータグループをイントラ復号するステップ、
前記ビデオデータグループの少なくとも一部に関連するエラー分散をリセットするステップ、
前記ビデオデータグループ中にエラーがある場合、
前記ビデオデータグループに対応する前記画像の一部にあるエラーを隠蔽するステップ、
及び、
前記エラー分散を所定の値に設定するステップをさらに含む請求項 37 記載の方法。

【請求項 47】

10

前記ビデオフレームがイントラ符号化フレームの場合、
次のビデオデータグループを受け取るステップ、及び、
前記ビデオデータグループが処理されるまでイントラ符号化フレーム中のデータグループ
に対応する前記方法の一部の実行を継続するステップをさらに含む請求項 46 記載の方法
。

【請求項 48】

複数のエラー隠蔽技術からエラー隠蔽技術を選択する方法であって、
画像の少なくとも一部に関係する推定エラーを維持するステップ、
前記推定エラーを使用して、エラー隠蔽技術の適用に対応する複数の予測エラー推定値を
生成するステップ、及び、
最小の予測エラー推定値をもたらすエラー隠蔽技術を選択するステップを含む方法。

20

【請求項 49】

前記複数のエラー隠蔽技術からのエラー隠蔽技術が、対応するすべてのピクセルを灰色に
設定するステップを含む請求項 48 記載の方法。

【請求項 50】

前記複数のエラー隠蔽技術からのエラー隠蔽技術が、前のフレームと後のフレームとの間
を補間するステップを含む請求項 48 記載の方法。

【請求項 51】

少なくとも部分的に破損したビデオパケットから有用なデータを回復するように適合され
た回路であって、
ビデオパケットを順方向と逆方向とに復号するように構成されている復号回路であって、
順方向と逆方向で最初にみられたエラーのビット位置を検出する復号回路と、
順方向と逆方向で復号された完全なマクロブロックのカウントを維持するように適合され
たカウントと、
重複領域に対応する前記ビデオパケットの少なくとも一部を廃棄するように適合された制
御回路とを備え、前記制御回路がさらに、重複領域がない場合、バックトラッキング量に
対応する追加のデータをさらに廃棄するように構成されており、前記制御回路がさらに、
不完全なマクロブロック中の情報を廃棄するように構成されており、前記制御回路が、残
りのデータの少なくとも一部の使用を可能にするように適合された回路。

30

【請求項 52】

前記バックトラッキング量が各方向で 90 ビットである請求項 51 記載の回路。

40

【請求項 53】

前記制御回路がさらに、部分的に破損したビデオパケットからイントラ符号化マクロプロ
ックを廃棄するように構成されている請求項 51 記載の回路。

【請求項 54】

リングバッファをさらに備え、前記リングバッファが、ビデオビットストリームを記憶し
、前記復号回路に結合され、それにより前記復号回路が順方向と逆方向との両方でビデオ
パケットにアクセスするステップができる請求項 51 記載の回路。

【請求項 55】

少なくとも部分的に破損したビデオパケットから有用なデータを回復するように適合され

50

た回路であって、
データ区分化が有効にされた状態でビデオパッケージが符号化されているか否かを決定するように適合されたデータ解析回路と、
前記ビデオパッケージの動きマーカの前にエラーがあるか否かを決定するように構成されているエラーチェック回路と、
前記データ解析回路及び前記エラーチェック回路に結合されたデコーダとを備え、該デコーダが、データ区分化が有効にされた状態で前記ビデオパッケージが符号化されていると前記データ解析回路が示すときであって、前記動きマーカの前にエラーが存在しないと前記エラーチェック回路が示す場合、前記破損ビデオパッケージ中の前記動きマーカの前にあるデータの少なくとも一部を復号するように適合された回路。

10

【請求項 56】

前記エラーチェック回路がさらに、
前記動きマーカの予測位置を生成する予測回路と、
前記動きマーカの実際の位置を検出する回路と、
実際の位置と予測位置とが一致しないときに前記動きマーカの前にエラーがあることを示す比較回路とをさらに備える請求項 55 記載の回路。

【請求項 57】

少なくとも部分的に破損したビデオパッケージから有用なデータを回復するように適合された回路であって、
前記ビデオパッケージを受け取る手段と、
前記ビデオパッケージのビデオパッケージヘッダ、前記ビデオパッケージの DC 部分、前記ビデオパッケージの動きベクトル部分のうちの少なくとも 1 つに破損が検出されたときにデータを回復せずに終了する手段と、
前記ビデオパッケージを順方向に復号するのを開始する手段と、
順方向にエラーなく復号されたマクロブロックの数の第 1 カウントを維持する手段と、
順方向に復号されたコードワードを記憶する手段と、
順方向でエラーが最初に検出されたときの第 1 のビット位置を記憶する手段と、
前記ビデオパッケージを反対方向に復号するのを開始する手段と、
反対方向にエラーなく復号されたマクロブロックの数の第 2 カウントを維持する手段と、
反対方向に復号されたコードワードを記憶する手段と、
反対方向でエラーが最初に検出されたときの第 2 のビット位置を記憶する手段と、
順方向と反対方向との両方でエラーがあると識別された領域に対応する重複領域があるか否かを決定する手段と、
重複領域がある場合に、前記重複領域中のデータを廃棄し、前記ビデオパッケージの残りの部分にあるデータを使用する手段と、
重複領域がない場合に、順方向の前記第 1 のエラー位置から第 1 のバックトラッキング量だけ前の位置と、反対方向における前記第 2 のエラー位置から第 2 のバックトラッキング量だけ後の位置との間のデータを廃棄し、前記ビデオパッケージの残りの部分を回復する手段とを備える回路。

20

30

【請求項 58】

破損したビデオパッケージから有用なデータを回復する方法であって、
前記ビデオパッケージを受け取るステップ、
前記ビデオパッケージのビデオパッケージヘッダ中で破損が検出されたときにデータを回復せずに終了するステップ、
前記ビデオパッケージの DC 部分中で破損が検出されたときにデータを回復せずに終了するステップ、
前記ビデオパッケージの動きベクトル部分中で破損が検出されたときにデータを回復せずに終了するステップ、
前記ビデオパッケージを順方向に復号するのを開始するステップ、
順方向にエラーなしで復号されたマクロブロックの数の第 1 カウントを維持するステップ

40

50

順方向に復号されたコードワードを記憶するステップ、
順方向で最初にエラーが検出されたときの第1のビット位置を記憶するステップ、
前記ビデオパケットを反対方向に復号するのを開始するステップ、
反対方向にエラーなしで復号されたマクロブロックの数の第2カウントを維持するステップ、
反対方向に復号されたコードワードを記憶するステップ、
反対方向で最初にエラーが検出されたときの第2のビット位置を記憶するステップ、
順方向と反対方向との両方でエラーがあると識別された領域に対応する重複領域があるか否かを決定するステップ、
重複領域がある場合に、前記重複領域中のデータを廃棄し、前記ビデオパケットの残りの部分にあるデータを使用するステップ、
重複領域がない場合に、順方向の前記第1のエラー位置から第1のバックトラッキング量だけ前の位置と、反対方向における前記第2のエラー位置から第2のバックトラッキング量だけ後の位置との間のデータを廃棄し、前記ビデオパケットの残りの部分を回復するステップを含む方法。

10

【請求項59】

前記第1のエラー位置及び前記第2のエラー位置がビット位置に対応する請求項58記載の方法。

【請求項60】

前記第1のエラー位置及び前記第2のエラー位置がマクロブロック境界に対応する請求項58記載の方法。

20

【請求項61】

前記第1のバックトラッキング量及び前記第2のバックトラッキング量がそれぞれ、有効なマクロブロック境界の次にある請求項58記載の方法。

【請求項62】

前記第1のバックトラッキング量及び前記第2のバックトラッキング量が約90ビットである請求項58記載の方法。

【請求項63】

イントラ符号化マクロブロックに対応する、破損ビデオパケットからの回復されたデータを廃棄するステップをさらに含む請求項58記載の方法。

30

【請求項64】

エンコーダによってAC予測が無効にされていたか否かを決定するステップ、
AC予測が無効にされた状態で前記ビデオパケットが符号化されていて、順方向で前記ビデオパケットのDCマーカの前にある部分からイントラ符号化マクロブロックが回復された場合、前記回復されたイントラ符号化マクロブロックを使用するステップ、及び、
そうでない場合、イントラ符号化マクロブロックに対応する回復データを廃棄するステップをさらに含む請求項58記載の方法。

【請求項65】

画像中で第1のイントラ符号化マクロブロックのすぐ左に他のイントラ符号化マクロブロックが存在せず、前記第1のイントラ符号化マクロブロックのすぐ上に他のイントラ符号化マクロブロックが存在しない場合、前記第1のイントラ符号化マクロブロックに対応する回復データを使用するステップをさらに含む請求項58記載の方法。

40

【請求項66】

前記ビデオパケットの回復されなかった部分について、灰色のピクセルでエラーを隠蔽するステップをさらに含む請求項58記載の方法。

【請求項67】

破損したビデオパケット中のデータを回復する方法であって、
前記ビデオパケットを調べて、データ区分化が有効にされた状態で前記ビデオパケットが符号化されているか否かを決定するステップ、

50

前記ビデオパケットの動きマーカの前にエラーがあるか否かを決定するステップ、及び、データ区分化が有効にされた状態で前記ビデオパケットが符号化されており、かつ前記動きマーカの前にエラーがない場合、前記破損ビデオパケット中の前記動きマーカの前にあるデータの少なくとも一部を復号するステップを含む方法。

【請求項 68】

前記動きマーカの前にエラーがあるか否かを決定するステップがさらに、
前記動きマーカの位置を予測するステップ、
前記動きマーカを検出するステップ、
前記動きマーカの実際の位置を前記動きマーカの予測位置と比較するステップ、
前記実際の位置と前記予測位置とが一致する場合、前記動きマーカの後にエラーがあると 10
決定するステップ、及び、
前記実際の位置と前記予測位置とが一致しない場合、前記動きマーカの前にエラーがあると決定するステップを含む請求項 67 記載の方法。

【請求項 69】

前記データの一部を復号するステップが、動きベクトルを復号するステップを含む請求項 67 記載の方法。

【請求項 70】

前記データの一部を復号するステップが、未符号化マクロブロックフラグを復号するステップを含む請求項 67 記載の方法。

【請求項 71】

前記データの一部を復号するステップが、輝度 (DC) 情報を復号するステップを含む請求項 67 記載の方法。

20

【請求項 72】

破損したビデオデータを再構築するように適合されたビデオデコーダであって、
ビデオビットストリームを受け取るように適合された受信機回路と、
前記受信機回路に結合され、前記ビデオビットストリームの少なくとも一部を記憶するように適合されたバッファと、
ビデオデータを順方向エラー訂正 (FEC) 符号と区別するように適合された解析回路と

、
前記ビデオデータ中の破損を検出するように構成されているエラー監視回路と、
前記ビデオデータ及び前記 FEC 符号を受け取るように適合され、前記 FEC 符号が適用される前記ビデオデータ中の破損を除去するように構成されている FEC デコーダとを備えたビデオデコーダ。

30

【請求項 73】

前記 FEC デコーダが、Bose-Chaudhuri-Hocquenghem (BCH) 符号に対応する FEC 符号を復号する請求項 72 記載のビデオデコーダ。

【請求項 74】

前記バッファがリングバッファである請求項 72 記載のビデオデコーダ。

【請求項 75】

前記解析回路が、ビデオオブジェクトプレーン (VOP) についてのパケットから前記ビデオデータを取り出し、前記 VOP に関連するユーザデータビデオパケットから前記 FEC 符号を取り出すように構成されている請求項 72 記載のビデオデコーダ。

40

【請求項 76】

順方向エラー訂正 (FEC) 符号を含むビデオビットストリームを復号するビデオデコーダであって、
ビデオデータと FEC 符号との両方を含む前記ビデオビットストリームを受け取る手段と

、
前記ビデオビットストリームからビデオデータを取り出す手段と、
前記取り出されたビデオデータの一部に破損があるか否かを決定する手段と、
破損の検出に応答して前記ビデオビットストリームから FEC 符号を取り出す手段と、

50

前記ビデオデータの一部分が破損なく回復されるように、前記FEC符号を使用して前記ビデオデータの一部分を再構築する手段とを備えたビデオデコーダ。

【請求項77】

順方向エラー訂正(FEC)符号を含むビデオビットストリームを復号する方法であって、

ビデオデータとFEC符号との両方を含む前記ビデオビットストリームを受け取るステップ、

前記ビデオビットストリームからビデオデータを取り出すステップ、

前記取り出されたビデオデータの一部分に破損があるか否かを決定するステップ、

破損の検出に回答して前記ビデオビットストリームからFEC符号を取り出すステップ、及び、

前記ビデオデータの一部分が破損なく回復されるように、前記FEC符号を使用して前記ビデオデータの一部分を再構築するステップを含む方法。

【請求項78】

前記FEC符号がBose-Chaudhuri-Hocquenghem(BCH)符号に対応する請求項77記載の方法。

【請求項79】

前記ビデオビットストリームをバッファに記憶するステップ、

前記ビデオビットストリームからビデオデータを取り出すときに前記バッファから前記ビデオデータを取り出すステップ、及び、

前記ビデオビットストリームからFEC符号を取り出すときに前記バッファから前記FEC符号を取り出すステップをさらに含む請求項77記載の方法。

【請求項80】

前記バッファがリングバッファである請求項79記載の方法。

【請求項81】

ビデオオブジェクトプレーン(VOP)についてのバケットから前記ビデオデータを取り出し、前記VOPに関連するユーザデータビデオバケットから前記FEC符号を取り出すステップをさらに含む請求項77記載の方法。

【請求項82】

前記FEC符号の対応するビデオデータサブセットを指定するヘッダ符号を受け取るステップ、及び前記FEC符号を前記ビデオデータサブセットだけに適用するステップをさらに含む請求項77記載の方法。

【請求項83】

前記ビデオデータの一部分を破損なく回復することができない場合、対応するピクセル中のエラーを灰色のピクセルで隠蔽するステップをさらに含む請求項77記載の方法。

【請求項84】

順方向エラー訂正(FEC)符号を含むビデオビットストリームを復号する方法であって、

ビデオデータとFEC符号との両方を含む前記ビデオビットストリームを受け取るステップ、

前記ビデオビットストリームからビデオデータを取り出すステップ、

前記取り出されたビデオデータに対応するFEC符号が利用可能か否かを決定するステップ、

FEC符号が利用可能な場合、前記FEC符号を前記ビデオビットストリームから取り出すステップ、及び、

前記ビデオデータの一部分が破損なく回復されるように、前記FEC符号を使用して前記ビデオデータの一部分を復号するステップを含む方法。

【請求項85】

前記FEC符号がBose-Chaudhuri-Hocquenghem(BCH)符号に対応する請求項84記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 86】

前記ビデオビットストリームをバッファに記憶するステップ、
前記ビデオビットストリームからビデオデータを取り出すときに前記バッファから前記ビデオデータを取り出すステップ、及び、
前記ビデオビットストリームから F E C 符号を取り出すときに前記バッファから前記 F E C 符号を取り出すステップをさらに含む請求項 84 記載の方法。

【請求項 87】

前記バッファがリングバッファである請求項 86 記載の方法。

【請求項 88】

ビデオオブジェクトプレーン (V O P) についてのバケットから前記ビデオデータを取り出し、前記 V O P に関連するユーザデータビデオバケットから前記 F E C 符号を取り出すステップをさらに含む請求項 84 記載の方法。 10

【請求項 89】

前記 F E C 符号の対応するビデオデータサブセットを指定するヘッダ符号を受け取り、前記 F E C 符号を前記ビデオデータサブセットだけに適用するステップをさらに含む請求項 84 記載の方法。

【請求項 90】

ビデオデコーダのためのデータバッファ回路であって、
ビデオビットストリームを受け取るように適合された受信機回路、
前記ビデオビットストリームを記憶するように適合されたリングバッファ、及び
前記リングバッファからデータを取り出すように適合されたエラー復元モジュールを備えるデータバッファ回路。 20

【請求項 91】

前記受信機回路が無線受信機を含む請求項 90 記載のデータバッファ回路。

【請求項 92】

前記ビデオビットストリームからの対応するデータに整合するようにデータロギング情報を前記リングバッファに記憶するように適合されたログインタフェース回路をさらに備えた請求項 90 記載のデータバッファ回路。

【請求項 93】

データフロー中で前記受信機回路と前記リングバッファとの間に配置された V O P デコーダをさらに備え、したがって前記リングバッファによって記憶されるビットストリームが復号済みの形である請求項 90 記載のデータバッファ回路。 30

【請求項 94】

ビデオデコーダのためのデータバッファ回路であって、
ビデオビットストリームを受け取る手段と、
前記ビデオビットストリームにエラーがあるか否かを調査する手段と、
エラー指示にかかわらず前記ビデオビットストリームをリングバッファに記憶する手段と、
ビデオビットストリームデータに対応するデータロギング情報を、前記対応するビデオビットストリームデータに整合するようにして前記リングバッファに記憶する手段と、
データ要求に应答して、前記ビデオビットストリームの一部と前記データロギング情報の対応部分との両方を前記リングバッファから自動的に取り出す手段とを備えるデータバッファ回路。 40

【請求項 95】

ビデオビットストリームからの情報にアクセスする方法であって、
ビデオビットストリームを受け取るステップ、
前記ビデオビットストリームにエラーがあるか否かを調査するステップ、
エラー指示にかかわらず前記ビデオビットストリームをリングバッファに記憶するステップ、
ビデオビットストリームデータに対応するデータロギング情報を、前記対応するビデオビ 50

ットストリームデータに整合するようにして前記リングバッファに記憶するステップ、及び、
データ要求に応答して、前記ビデオビットストリームの一部と前記データロギング情報の
対応部分との両方を前記リングバッファから自動的に取り出すステップを含む方法。

【請求項 9 6】

前記ビデオビットストリームを無線受信するステップをさらに含む請求項 9 5 記載の方法
。

【請求項 9 7】

前記ビデオビットストリームを M P E G - 4 準拠のデコーダ中で受信するステップをさら
に含む請求項 9 5 記載の方法。

10

【請求項 9 8】

前記ビデオビットストリームを前記リングバッファに記憶する前に、前記ビデオビットス
トリームからビデオオブジェクトプレーン (V O P) を復号するステップをさらに含み、
該ビデオビットストリームを記憶するステップが前記復号された V O P を記憶するステッ
プを含む請求項 9 5 記載の方法。

【請求項 9 9】

前記ビデオビットストリームを前記リングバッファに記憶した後で前記ビデオビットスト
リームからビデオオブジェクトプレーン (V O P) を復号するステップをさらに含む請求
項 9 5 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、ビデオ復号技術に関する。より詳細には、本発明は、ビデオビットストリーム
をエラー復元復号するシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

ビデオ信号をより少ない帯域幅又は記憶空間で伝送又は記憶するために、様々なディジタ
ルビデオ圧縮技術が出現している。このようなビデオ圧縮技術には、H. 2 6 1、H. 2
6 3、H. 2 6 3 +、H. 2 6 3 ++、H. 2 6 L、M P E G - 1、M P E G - 2、M P
E G - 4、及び M P E G - 7 などの国際規格が含まれる。これらの圧縮技術は、とりわけ
離散コサイン変換 (D C T) 技術及び動き補償 (M C) 技術によって、比較的高い圧縮率
を達成する。このようなビデオ圧縮技術により、無線携帯電話ネットワーク、コンピュ
ータネットワーク、ケーブルネットワークなどの様々なデジタルネットワークや、衛星な
どを介して、ビデオビットストリームを効率的に搬送することができる。

30

【 0 0 0 3 】

ユーザにとっては残念なことに、デジタルビデオ信号の搬送又は伝送に使用される様々
な媒体は、常に完璧に機能するとは限らず、伝送されるデータは破損、或いは中断され得
る。このような破損には、エラー、ドロップアウト、遅延が含まれ得る。破損は、無線チ
ャネルや非同期転送モード (A T M) ネットワークなど、幾つかの伝送媒体において、あ
る程度の頻度で発生する。例えば、無線チャネルにおけるデータ伝送は、環境雑音、マル
チパス、シャドーイングによって破損され得る。別の例では、A T M ネットワークにおけ
るデータ伝送は、ネットワーク輻輳及びバッファオーバーフローによって破損され得る。

40

【 0 0 0 4 】

ビデオを搬送しているデータストリーム又はビットストリーム中の破損は、表示されるビ
デオに破壊を引き起こし得る。1 ビットのデータ損失でも、ビットストリームとの同期が
失われることがあり、これにより、同期コードワードが受信されるまで後続のビットが利
用不可能になる。伝送中のこれらのエラーは、フレームの不足や、フレーム内のブロック
の不足などを引き起こし得る。比較的によく圧縮されたデータストリームの欠点の 1 つは、
ビデオ信号を搬送するデータストリームの伝送において破損の受けやすさが増大すること
である。

50

【0005】

当業者は、ビットストリーム中のデータの破損に対して軽減する技術を開発することを求めてきた。例えば、不足又は破損したブロック中のエラーを隠すため、エラー隠蔽技術を使用することができる。しかし、従来のエラー隠蔽技術は、相対的に不完全であり精巧でないことがある。

【0006】

別の例では、破損ビットを回復するために順方向エラー訂正(FEC)技術を使用し、それにより破損があった場合にデータを再構築する。しかし、FEC技術は不都合なことに冗長データを招き、そのためビデオのためのビットストリームの帯域幅が拡大するか、ビデオに残された有効な総帯域幅が縮小する。また、FEC技術は実施のための計算が複雑である。さらに、従来のFEC技術は、H. 261、H. 263、MPEG-2、MPEG-4などの国際規格との互換性がないばかりか、より高度な「システム」レベルで実施しなければならない。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、破損したビデオビットストリームの画像中のエラーを隠蔽する方法及び装置に関する。一実施の形態では、不足又は破損したイントラ符号化マクロブロック中のエラーを、その不足又は破損したマクロブロックの上下の画像部分に対応する他のマクロブロックから、データを線形補間することによって隠蔽する。一実施の形態では、不足又は破損した予測符号化マクロブロックに対して代用動きベクトルを利用することができる。別の実施の形態では、受け取った動きベクトルを2倍にし、2倍にした動きベクトルを前の前のフレームに参照付ける。別の実施の形態では、予測エラー推定値に従って、いずれの隠蔽又は再構築技術を適用するかを適宜選択する。別の実施の形態では、加重合計において隠蔽データを結合して破損又は不足データを置換し、推定エラーを低減させることによって、エラーを隠蔽する。

【0008】

本発明の一実施の形態は、ビデオビットストリーム中で受け取ったエラーを隠蔽するビデオデコーダを含み、このビデオデコーダは、ビデオビットストリーム中のエラーを検出するように適合されたエラー検出回路と、画像の一部に対応するビデオビットストリームの一部にあるエラーの指示を提供するように構成されているメモリデバイスと、画像の第1部分にあるエラーの指示に応答するように構成されている制御回路とを備える。制御回路はさらに、画像中の第1部分の上にある第2部分及び画像中の第1部分の下にある第3部分にエラーがないか否かを検出するように構成されている。制御回路はさらに、画像の第2部分中の対応するデータと画像の第3部分中の対応するデータとの間を補間して、エラーを隠蔽するように構成されている。

【0009】

本発明による別の実施の形態は、ビデオビットストリーム中で受け取ったエラーを適宜隠蔽するビデオデコーダを含み、このビデオデコーダは、画像の選択部分についてのエラー値を維持するように適合されたメモリモジュールと、エラーに応答して画像を生成する複数のエラー復元モジュールと、複数のエラー復元モジュールに対応するエラー値の複数の予測を生成するように適合された予測モジュールと、ビデオビットストリーム中のエラーの指示を受け取り、これに応答して、エラー値の予測の比較に基づいてエラー復元モジュールからエラー復元モジュールを選択するように適合された制御モジュールとを備える。

【0010】

本発明の一実施の形態は、ビデオビットストリーム中で受け取ったエラーを隠蔽するビデオデコーダを含み、このビデオデコーダは、画像の選択部分についてのエラー分散を維持するように適合されたメモリモジュールと、エラーに応答して画像を生成する複数のエラー復元モジュールと、複数のエラー復元モジュールに対応する複数の重みを生成するように適合された予測モジュールと、ビデオビットストリーム中のエラーの指示を受け取り、

これに回答して、選択されたエラー復元モジュールの出力を予測モジュールからの重みと組み合わせてエラーを隠蔽するように適応された制御モジュールとを備える。

【0011】

本発明の一実施の形態は、複数のエラー隠蔽技術から選択的にエラー隠蔽技術を適用するオプティマイザ回路を含み、このオプティマイザ回路は、画像の少なくとも一部に関係する推定エラーを維持する手段と、推定エラーを使用して、エラー隠蔽技術の適用に対応する複数の予測エラー推定値を生成する手段と、最小の予測エラー推定値をもたらすエラー隠蔽技術を選択する手段とを備える。

【0012】

本発明の一実施の形態は、ビデオデコード中でエラーを隠蔽する方法を含み、この方法は、イントラ符号化されたビデオビットストリームの第1部分にあるエラーを検出するステップ、画像の第1部分の上にある第2部分と画像の第1部分の下にある第3部分とが破損していないと決定するステップ、及び、第2部分及び第3部分が破損していない場合、第2部分中の第1の水平ピクセル行と第3部分中の第2の水平ピクセル行との間で、第1部分中のピクセルを補間してエラーを隠蔽するステップを含む。

10

【0013】

本発明の一実施の形態は、ビデオデコード中でエラーを隠蔽する方法を含み、この方法は、予測符号化されたビデオビットストリームの第1部分にあるエラーを検出するステップ、エラーが標準的な動きベクトルに関係する場合、代用動きベクトルを提供するステップ、前のフレームの第1の参照部分が利用可能な場合、第1の参照部分を代用動きベクトルと共に使用して再構築するステップ、及び、前のフレームの第1の参照部分が利用不可能な場合、前のフレームに先行する第2のフレームの第2の参照部分を使用するステップを含む。

20

【0014】

本発明の一実施の形態は、ビデオ画像を適宜生成する方法を含み、この方法は、フレームについてのビデオデータを受け取るステップ、及び、ビデオデータがイントラ符号化されているか予測符号化されているかを決定するステップを含む。ビデオデータがイントラ符号化されている場合、この方法は、イントラ符号化ビデオデータがエラーに対応するか否かを決定するステップ、イントラ符号化ビデオデータがエラーに対応する場合、エラーを隠蔽するステップ、イントラ符号化ビデオデータがエラーに対応する場合、ビデオパケットの少なくとも一部に関連するエラー値を第1の所定の値にセットするステップ、イントラ符号化ビデオデータについてエラーが検出されなかった場合、エラー値をリセットするステップ、及び、イントラ符号化ビデオデータについてエラーが検出されなかった場合、イントラ符号化ビデオデータを使用するステップを含む。ビデオデータが予測符号化されている場合、この方法は、予測符号化ビデオデータがエラーに対応するか否かを決定するステップを含む。予測符号化ビデオデータがエラーに対応する場合、この方法は、予測符号化ビデオデータについてエラーが検出されず、関連するエラー値がリセットされている場合、予測符号化ビデオデータを使用するステップ、予測符号化ビデオデータについてエラーが検出されず、関連するエラー値がリセットされていない場合、予測符号化ビデオデータの使用に対応する第1の推定エラーを予測するステップ、予測符号化ビデオデータについてエラーが検出されず、関連するエラー値がリセットされていない場合、第1の予測符号化エラー隠蔽技術の使用に対応する第2の推定エラーを予測するステップ、予測した第1の推定エラーと予測した第2の推定エラーとの間で比較することによって予測符号化ビデオデータの使用と第1の予測符号化エラー隠蔽技術の使用との間で選択するステップ、及び、予測符号化ビデオデータと第1の予測符号化エラー隠蔽技術のいずれを選択するかに従ってエラー値を更新するステップを含む。予測符号化ビデオデータがエラーに対応する場合、この方法は、第2の予測符号化エラー隠蔽技術を適用するステップ、及び、第2の予測符号化エラー隠蔽技術に従ってエラー値を更新するステップを含む。

30

40

【0015】

本発明の一実施の形態は、ビデオ画像を生成する方法を含み、この方法は、ビデオフレ

50

ムについてのデータを受け取るステップ、及び、ビデオフレームが予測符号化フレームかイントラ符号化フレームかを決定するステップを含む。ビデオフレームが予測符号化フレームの場合、この方法は、ビデオフレームからのビデオデータグループがエラーに対応するか否かを決定するステップを含む。ビデオデータグループ中にエラーがない場合、この方法は、ビデオデータグループがイントラ符号化されているか予測符号化されているかを決定するステップ、ビデオデータグループがイントラ符号化されている場合、ビデオデータグループをイントラ復号するステップ、ビデオデータグループがイントラ符号化されている場合、ビデオデータグループの少なくとも一部に関連するエラー分散をリセットするステップ、ビデオデータがイントラ符号化されている場合、第1の加重合計を使用してビデオデータグループに対応する画像の一部を再構築するステップであって、第1の加重合計は少なくとも第1と第2の技術の結果を組み合わせるステップ、及び、画像の一部を再構築するのに使用された第1の加重合計に従ってエラー分散を更新するステップを含む。ビデオデータグループ中にエラーがある場合、この方法は、ビデオデータグループに対応する画像の一部にあるエラーを隠蔽するステップ、及び、エラー隠蔽に従ってエラー分散を更新するステップを含む。

10

【0016】

本発明の一実施の形態は、複数のエラー隠蔽技術からエラー隠蔽技術を選択する方法を含み、この方法は、画像の少なくとも一部に係る推定エラーを維持するステップ、推定エラーを使用して、エラー隠蔽技術の適用に対応する複数の予測エラー推定値を生成するステップ、及び、最小の予測エラー推定値をもたらすエラー隠蔽技術を選択するステップを含む。

20

【0017】

本発明は、部分的に破損したデータから使用可能なビデオデータを回復する方法及び装置に関する。各実施の形態で、破損したデータパケットを調べて1つ又は複数のエラー位置を識別し、エラーがないと予想されるデータを破損データパケットが含むか否かを識別し、このエラーのないデータを使用すべきか否かを識別する。パケットを順方向と逆方向との両方で復号することを用いて、エラーの位置を突き止めることができる。イントラ符号化マクロブロックを回復することもできる。デコーダは、回復されたイントラ符号化マクロブロックに適用される他の基準に従って、破損したデータパケットから回復されたイントラ符号化マクロブロックを使用するかドロップするかを選択することができる。一実施の形態では、オプションのデータ区分化機能が有効にされた状態で符号化されたビデオビットストリームデータを調べ、破損パケット中でエラーなしと予想される領域にある指定のデータを取り出す。

30

【0018】

本発明の一実施の形態は、少なくとも部分的に破損したビデオパケットから有用なデータを回復するように適合された回路を含み、この回路は、ビデオパケットを順方向と逆方向とに復号するように構成されている復号回路であって、順方向と逆方向で最初にみられたエラーのビット位置を検出する復号回路を備える。さらに、順方向と逆方向で復号された完全なマクロブロックのカウンタを維持するように適合されたカウンタと、重複領域に対応するビデオパケットの少なくとも一部を廃棄するように適合された制御回路とを備える。この制御回路はさらに、重複領域がない場合、バックトラッキング量に対応する追加のデータをさらに廃棄するように構成されており、さらに、不完全なマクロブロック中の情報を廃棄するように構成されており、残りのデータの少なくとも一部の使用を可能にするように適合される。

40

【0019】

本発明の一実施の形態は、少なくとも部分的に破損したビデオパケットから有用なデータを回復するように適合された回路を含み、この回路は、データ区分化が有効にされた状態でビデオパケットが符号化されているか否かを決定するように適合されたデータ解析回路と、ビデオパケットの動きマーカの前にエラーがあるか否かを決定するように構成されているエラーチェック回路と、解析回路及びエラーチェック回路に結合されたデコーダとを

50

備える。デコーダは、データ区分化が有効にされた状態でビデオパケットが符号化されているとデータ解析回路が示すときであって、動きマーカの前にエラーがないとエラーチェック回路が示す場合、破損ビデオパケット中の動きマーカの前にあるデータの少なくとも一部を復号するように適合される。

【0020】

本発明の一実施の形態は、少なくとも部分的に破損したビデオパケットから有用なデータを回復するように適合された回路を含み、この回路は、ビデオパケットを受け取る手段と、ビデオパケットのビデオパケットヘッダ、ビデオパケットのDC部分、ビデオパケットの動きベクトル部分のうちの少なくとも1つに破損が検出されたときにデータを回復せずに終了する手段と、ビデオパケットを順方向に復号するのを開始する手段と、順方向にエラーなく復号されたマクロブロックの数の第1カウントを維持する手段と、順方向に復号されたコードワードを記憶する手段と、順方向でエラーが最初に検出されたときの第1のビット位置を記憶する手段と、ビデオパケットを反対方向に復号するのを開始する手段と、反対方向にエラーなく復号されたマクロブロックの数の第2カウントを維持する手段と、反対方向に復号されたコードワードを記憶する手段と、反対方向でエラーが最初に検出されたときの第2のビット位置を記憶する手段と、順方向と反対方向との両方でエラーがあると識別された領域に対応する重複領域があるか否かを決定する手段と、重複領域がある場合に、重複領域中のデータを廃棄し、ビデオパケットの残りの部分にあるデータを使用する手段と、重複領域がない場合に、順方向の第1のエラー位置から第1のバックトラッキング量だけ前の位置と、反対方向における第2のエラー位置から第2のバックトラッキング量だけ後の位置との間のデータを廃棄し、ビデオパケットの残りの部分を回復する手段とを備える。

【0021】

本発明の一実施の形態は、破損したビデオパケットから有用なデータを回復する方法を含み、この方法は、ビデオパケットを受け取るステップ、ビデオパケットのビデオパケットヘッダ中で破損が検出されたときにデータを回復せずに終了するステップ、ビデオパケットのDC部分中で破損が検出されたときにデータを回復せずに終了するステップ、ビデオパケットの動きベクトル部分中で破損が検出されたときにデータを回復せずに終了するステップ、ビデオパケットを順方向に復号するのを開始するステップ、順方向にエラーなしで復号されたマクロブロックの数の第1カウントを維持するステップ、順方向に復号されたコードワードを記憶するステップ、順方向で最初にエラーが検出されたときの第1のビット位置を記憶するステップ、ビデオパケットを反対方向に復号するのを開始するステップ、反対方向にエラーなしで復号されたマクロブロックの数の第2カウントを維持するステップ、反対方向に復号されたコードワードを記憶するステップ、反対方向で最初にエラーが検出されたときの第2のビット位置を記憶するステップ、順方向と反対方向との両方でエラーがあると識別された領域に対応する重複領域があるか否かを決定するステップ、重複領域がある場合に、重複領域中のデータを廃棄し、ビデオパケットの残りの部分にあるデータを使用するステップ、重複領域がない場合に、順方向の第1のエラー位置から第1のバックトラッキング量だけ前の位置と、反対方向における第2のエラー位置から第2のバックトラッキング量だけ後の位置との間のデータを廃棄し、ビデオパケットの残りの部分を回復するステップを含む。

【0022】

本発明の一実施の形態は、破損したビデオパケット中のデータを回復する方法を含み、この方法は、ビデオパケットを調べて、データ区分化が有効にされた状態でビデオパケットが符号化されているか否かを決定するステップ、ビデオパケットの動きマーカの前にエラーがあるか否かを決定するステップ、及び、データ区分化が有効にされた状態でビデオパケットが符号化されており、かつ動きマーカの前にエラーがない場合、破損ビデオパケット中の動きマーカの前にあるデータの少なくとも一部を復号するステップを含む。

【0023】

本発明は、ビデオビットストリームに埋め込まれた順方向エラー訂正(FEC)符号を使

10

20

30

40

50

用して、ビデオオブジェクトプレーン（VOP）などのビデオデータを有利に再構築し復号する方法及び装置に関する。有利なことに、ビデオビットストリームの一部が伝送中に破損又は紛失しても、元のビデオデータを回復することができる。さらに有利なことに、開示する方法及び装置は、標準的な構文に準拠するビデオビットストリームとの下位互換性を有し、それによりデコーダは、標準的なビデオビットストリームと、FEC符号が埋め込まれたビデオビットストリームとの両方に対して互換性を達成することができる。一実施の形態では、デコーダは、ユーザデータビデオパケットからFEC符号を取り出す。帯域幅を節約するために、エンコーダは、ビデオデータのサブセットに対応するFEC符号を提供することができ、デコーダは、提供されたFEC符号がいずれのデータに対応するかについての指示を受け取って解釈することができる。

10

【0024】

本発明の一実施の形態は、破損したビデオデータを再構築するように適合されたビデオデコーダを含み、このビデオデコーダは、ビデオビットストリームを受け取るように適合された受信機回路と、受信機回路に結合され、ビデオビットストリームの少なくとも一部を記憶するように適合されたバッファと、ビデオデータを順方向エラー訂正（FEC）符号と区別するように適合された解析回路と、ビデオデータ中の破損を検出するように構成されているエラー監視回路と、ビデオデータ及びFEC符号を受け取るように適合され、FEC符号が適用されるビデオデータ中の破損を除去するように構成されているFECデコーダとを備える。

【0025】

20

本発明の一実施の形態は、順方向エラー訂正（FEC）符号を含むビデオビットストリームを復号するビデオデコーダを含み、このビデオデコーダは、ビデオデータとFEC符号との両方を含むビデオビットストリームを受け取る手段と、ビデオビットストリームからビデオデータを取り出す手段と、取り出されたビデオデータの一部に破損があるか否かを決定する手段と、破損の検出に回答してビデオビットストリームからFEC符号を取り出す手段と、ビデオデータの一部が破損なく回復されるように、FEC符号を使用してビデオデータの一部を再構築する手段とを備える。

【0026】

本発明の一実施の形態は、順方向エラー訂正（FEC）符号を含むビデオビットストリームを復号するプロセスを含み、このプロセスは、ビデオデータとFEC符号との両方を含むビデオビットストリームを受け取るステップ、ビデオビットストリームからビデオデータを取り出すステップ、取り出されたビデオデータの一部に破損があるか否かを決定するステップ、破損の検出に回答してビデオビットストリームからFEC符号を取り出すステップ、及び、ビデオデータの一部が破損なく回復されるように、FEC符号を使用してビデオデータの一部を再構築するステップを含む。

30

【0027】

本発明の一実施の形態は、順方向エラー訂正（FEC）符号を含むビデオビットストリームを復号するプロセスを含み、このプロセスは、ビデオデータとFEC符号との両方を含むビデオビットストリームを受け取るステップ、ビデオビットストリームからビデオデータを取り出すステップ、取り出されたビデオデータに対応するFEC符号が利用可能か否かを決定するステップ、FEC符号が利用可能な場合、FEC符号をビデオビットストリームから取り出すステップ、及び、ビデオデータの一部が破損なく回復されるように、FEC符号を使用してビデオデータの一部を復号するステップを含む。

40

【0028】

本発明は、ビデオビットストリーム中で受け取ったデータを管理する方法及び装置に関する。ビデオビットストリームから受け取ったビデオデータは、循環バッファとも呼ばれるリングバッファ中に配置される。リングバッファには、データロギング情報も記憶される。一実施の形態では、データロギング情報は、対応するビデオデータと同期して又は整合して記憶される。データロギング情報は、対応するビデオデータ中のエラーの有無に関する状況を含み得る。リングバッファは、ビットストリームデータへの高速かつ効率的なア

50

クセスを提供し、ビデオビットストリームからエラー復元な方式でデータを抽出するモジュールは、ビットストリームデータに複数回にわたって複数方向にアクセスすることができる。

【0029】

本発明の一実施の形態は、ビデオデコードのためのデータバッファ回路を含み、このデータバッファ回路は、ビデオビットストリームを受け取るように適合された受信機回路と、ビデオビットストリームを記憶するように適合されたリングバッファと、リングバッファからデータを取り出すように適合されたエラー復元モジュールとを備える。

【0030】

本発明の一実施の形態は、ビデオデコードのためのデータバッファ回路を含み、このデータバッファ回路は、ビデオビットストリームを受け取る手段と、ビデオビットストリームにエラーがあるか否かを調査する手段と、エラー指示にかかわらずビデオビットストリームをリングバッファに記憶する手段と、ビデオビットストリームデータに対応するデータロギング情報を、対応するビデオビットストリームデータに整合するようにしてリングバッファに記憶する手段と、データ要求に応答して、ビデオビットストリームの一部とデータロギング情報の対応部分との両方をリングバッファから自動的に取り出す手段とを備える。

【0031】

本発明の一実施の形態は、ビデオビットストリームからの情報にアクセスする方法を含み、この方法は、ビデオビットストリームを受け取るステップ、ビデオビットストリームにエラーがあるか否かを調査するステップ、エラー指示にかかわらずビデオビットストリームをリングバッファに記憶するステップ、ビデオビットストリームデータに対応するデータロギング情報を、対応するビデオビットストリームデータに整合するようにしてリングバッファに記憶するステップ、及び、データ要求に応答して、ビデオビットストリームの一部とデータロギング情報の対応部分との両方をリングバッファから自動的に取り出すステップを含む。

【0032】

次に、本発明のこれら及び他の特徴について、図面を参照しながら述べる。これらの図面及び関連する記述は、本発明の好ましい実施の形態を例示するために提供するものであり、本発明の範囲を限定するものではない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

本発明をある好ましい実施の形態の観点から記載するが、本明細書に述べる利点及び特徴のすべてを提供するものではない実施の形態を含めて、当業者に明らかな他の実施の形態も、本発明の技術的範囲内に属する。したがって、本発明の技術的範囲は、添付の特許請求の範囲を参照することによってのみ定義される。

【0034】

ビデオの表示は、比較的多くの帯域幅を消費する可能性があり、特にビデオがリアルタイムで表示されるときはそうである。さらに、ビデオビットストリームが無線送信されるか、輻射したネットワークを介して送信される場合、パケットが紛失するか、許容できないほど遅延する場合がある。ビデオビットストリーム中のデータパケットが受信されたときでも、ネットワーク輻射などのためにパケットが適時に受信されなかった場合、該パケットはビデオビットストリームをリアルタイムで復号するのに使用できないことがある。本発明の実施の形態では、有利にも、ビデオビットストリーム中のデータパケットが遅延、ドロップ、又は紛失したときに生じるエラーを補償して隠蔽する。幾つかの実施の形態では、元のデータを他のデータから再構築する。他の実施の形態では、ビデオビットストリームの対応する表示が相対的により少ないエラーを呈するように、エラーの結果を隠蔽又は隠匿し、それによりシステムの信号対雑音比（SNR）を効果的に向上させる。さらに有利なことに、本発明の実施の形態によれば、既存のビデオ復号規格に準拠するビデオビットストリームとの下位互換性を維持することができる。

【0035】

図1に、本発明の一実施の形態に係る、ビデオ配信システムを実現するためのネットワーク化されたシステムを示す。符号化コンピュータ102が、ビデオ信号を受信し、これを比較的コンパクトかつ頑強なフォーマットに符号化する。符号化コンピュータ102は、ソフトウェアを実行する汎用コンピュータを含めた様々なタイプのマシン、及び専用ハードウェアに対応するものとすることができる。符号化コンピュータ102は、衛星受信機104、ビデオカメラ106、ビデオ会議端末108などを介して、様々なソースからビデオシーケンスを受信することができる。ビデオカメラ106は、ビデオカメラレコーダ、ウェブカム、無線デバイスの内蔵カメラなど、様々なタイプのカメラに対応するものとする。また、ビデオシーケンスは、データ記憶装置110に記憶することができる。データ記憶装置110は、符号化コンピュータ102の内部にあっても外部にあってもよい。データ記憶装置110には、テープ、ハードディスク、光ディスクなどのデバイスを含むことができる。図1に示すデータ記憶装置110などのデータ記憶装置は、符号化されていないビデオ、符号化されたビデオ、又はこの両方を記憶できることは当業者には理解されるであろう。一実施の形態では、符号化コンピュータ102は、データ記憶装置110などのデータ記憶装置から符号化されていないビデオを取り出し、符号化されていないビデオを符号化し、符号化済みビデオを同じデータ記憶装置でも別のデータ記憶装置でもよいデータ記憶装置に記憶する。ビデオのソースには、元々はフィルムフォーマットの採用されたソースを含まれ得ることができることを理解されたい。

10

【0036】

符号化コンピュータ102は、符号化済みビデオを受信デバイスに配信し、該受信デバイスは、符号化済みビデオを復号する。受信デバイスは、ビデオを表示することのできる様々なデバイスに対応するものとする。例えば、図示のネットワーク化システムに示す受信デバイスには、携帯電話112、パーソナルデジタルアシスタント(PDA)114、ラップトップコンピュータ116、デスクトップコンピュータ118が含まれる。受信デバイスは、通信ネットワーク120を介して符号化コンピュータ102と通信することができる。通信ネットワーク120は、無線通信ネットワークを含めた様々な通信ネットワークに対応するものとする。携帯電話112などの受信デバイスを使用して符号化コンピュータ102にビデオ信号を送信することもできることは、当業者には理解されるであろう。

20

30

【0037】

符号化コンピュータ102、及び受信デバイス又はデコーダは、様々なコンピュータに対応するものとする。例えば、符号化コンピュータ102は、マイクロプロセッサ又はプロセッサ(以下、プロセッサと記す)によって制御される任意のデバイスとすることができる。限定しないがこれらには、パーソナルコンピュータ、ワークステーション、サーバ、クライアント、ミニコンピュータ、メインフレームコンピュータ、ラップトップコンピュータ、個々のコンピュータのネットワーク、モバイルコンピュータ、パームトップコンピュータ、ハンドヘルドコンピュータ、TV用セットトップボックス、対話式テレビジョン、対話式キオスク、パーソナルデジタルアシスタント(PDA)、対話式無線通信デバイス、モバイルブラウザ、ウェブ対応携帯電話などの端末デバイスや、これらの組合せが含まれる。コンピュータはさらに、キーボード、マウス、トラックボール、タッチパッド、タッチスクリーンなどの入力デバイスと、コンピュータ画面、プリンタ、スピーカなどの出力デバイスと、既存の又は今後開発されるその他の入力デバイスを有することができる。

40

【0038】

記載した符号化コンピュータ102及びデコーダは、ユニプロセッサマシン又はマルチプロセッサマシンに対応するものとする。さらにコンピュータは、アドレス指定可能な記憶媒体又はコンピュータアクセス可能な媒体を備えることもできる。例えば、ランダムアクセスメモリ(RAM)、電気的消去及びプログラム可能読出専用メモリ(EEPROM)、ハードディスク、フロッピーディスク、レーザディスクプレーヤ、ディジ

50

タルビデオデバイス、コンパクトディスクROM、DVD-ROM、ビデオテープ、オーディオテープ、磁気記録トラック、電子ネットワークなどであり、或いは、プログラムやデータを例とした電子コンテンツを伝送又は記憶するためのその他の技術である。一実施の形態では、コンピュータは、ネットワークインタフェースカード、モデム、赤外線（IR）ポートなどのネットワーク通信デバイスや、ネットワークに接続するのに適したその他のネットワーク接続デバイスを有する。さらにコンピュータは、適切なオペレーティングシステムを実行する。例えば、Linux、Unix、Microsoft（登録商標）Windows（登録商標）3.1、Microsoft（登録商標）Windows（登録商標）95、Microsoft（登録商標）Windows（登録商標）98、Microsoft（登録商標）Windows（登録商標）NT、Microsoft（登録商標）Windows（登録商標）2000、Microsoft（登録商標）Windows（登録商標）Me、Microsoft（登録商標）Windows（登録商標）XP、Apple（登録商標）MacOS（登録商標）、IBM（登録商標）OS/2（登録商標）、Microsoft（登録商標）Windows（登録商標）CE、Palm OS（登録商標）などである。通常、適切なオペレーティングシステムは有利なことに通信プロトコル実装を含む場合があり、これは、無線ネットワークを含み得るネットワークを介して渡されるすべての入来及び送出メッセージトラフィックを処理する。他の実施の形態では、オペレーティングシステムはコンピュータのタイプに応じて異なる場合もあるが、オペレーティングシステムは、ネットワークとの通信リンクを確立するのに必要な適切な通信プロトコルを提供し続けることができる。

10

20

【0039】

図2にフレームのシーケンスを示す。ビデオシーケンスは、間隔を空けてとられた複数のビデオフレームを含む。フレームが表示されるレートは、フレームレートと呼ばれる。静止ビデオの圧縮に使用される技術に加えて、動画ビデオ技術では、時間 k のフレームを時間 $k-1$ のフレームに関係付けて、ビデオ情報を相対的に少量のデータにさらに圧縮する。しかし、伝送エラーなどのエラーのために時間 $k-1$ のフレームが利用不可能な場合、従来のビデオ技術では、時間 k のフレームを正しく復号できないことがある。後で説明するとおり、本発明の実施の形態によれば、有利にも、時間 $k-1$ のフレームが利用不可能なときでも時間 k のフレームを復号することができるように、頑強な方式でビデオストリームを復号する。

30

【0040】

フレームシーケンス中のフレームは、インタレース方式のフレームと、ノンインタレース方式のフレーム、即ちプログレッシブフレームのいずれかに対応するものである。インタレース方式のフレームでは、各フレームが2つの別々のフィールドで構成され、これらが共にインタレースされてフレームを形成する。このようなインタレース化は、ノンインタレース方式、プログレッシブフレームでは行われない。本明細書に述べる原理及び利点は、ノンインタレース方式即ちプログレッシブビデオのコンテキストで例示するが、インタレース方式ビデオとノンインタレース方式ビデオとの両方に適用可能であることを、当業者は理解するであろう。さらに、本発明の幾つかの実施の形態は、MPEG-2のコンテキスト又はMPEG-4のコンテキストだけで述べる場合があるが、本明細書に述べる原理及び利点は、H.261、H.263、MPEG-2、MPEG-4、及びまだ開発されていないビデオ規格を含めて、広範なビデオ規格に適用可能である。さらに、本発明の幾つかの実施の形態では、エラー隠蔽技術を、例えばマクロブロックのコンテキストで述べる場合があるが、本明細書に述べる技術は、ブロック、マクロブロック、ビデオオブジェクトプレーン、ライン、個々のピクセル、ピクセルのグループなどにも適用できることは、当業者なら理解するであろう。

40

【0041】

MPEG-4規格は、「オーディオビデオオブジェクトのコーディング：システム（Coding of Audio-Visual Objects：Systems）」14496-1、ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N2502、1998年

50

11月、及び「オーディオビデオオブジェクトのコーディング：ビジュアル (Coding of Audio-Visual Objects: Visual)」14496-2、ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N2502、1998年11月に定義されており、MPEG-4 Video Verification Modelは、ISO/IEC JTC1/SC29/WG11「MPEG-4ビデオ検証モデル17.0 (MPEG-4 Video Verification Model 17.0)」ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N3515、中国、北京、2000年7月に定義されている。

【0042】

MPEG-2システムでは、1つのフレームが複数のブロックに符号化され、各ブロックは6つのマクロブロックに符号化される。マクロブロックは、輝度や色など、フレームを構成するための情報を含む。さらに、フレームは、静止フレーム即ちイントラ符号化フレームとして符号化することもできるが、フレームシーケンス中のフレームは、時間的に関連させるもの（即ち予測符号化フレーム）とすることができ、マクロブロックは、一時点におけるあるフレームのセクションを、別の時点における別のフレームのセクションに係付けることができる。

10

【0043】

MPEG-4システムでは、フレームシーケンス中のフレームがさらに、ビデオオブジェクトプレーン (VOP) として知られる幾つかのビデオオブジェクトに符号化される。1つのフレームを単一のVOPに符号化、或いは複数のVOPに符号化することができる。無線システムなど、あるシステムでは、VOPがフレームとなるように、各フレームが1つのVOPだけを含む。VOPは受信側に送信され、そこで再びデコーダによって表示用のビデオオブジェクトに復号される。VOPは、イントラ符号化VOP (I-VOP)、予測符号化VOP (P-VOP)、両方向予測符号化VOP (B-VOP)、又はスプライトVOP (S-VOP) に対応するものとすることもできる。I-VOPは、別のフレーム又はピクチャからの情報に依存しない。即ち、I-VOPは独立して復号される。フレームが完全にI-VOPで構成されている場合、このフレームはIフレームと呼ばれる。このようなフレームは、場面転換などの状況でよく使用される。I-VOPは、別のフレームからの内容に依存しないので頑強に送受信することができるものの、P-VOP又はB-VOPと比較して、相対的に多量のデータ又はデータ帯域幅を消費する点で不都合である。ビデオを効率的に圧縮して送信するには、ビデオフレーム中の多くのVOPをP-VOPに対応させる。

20

30

【0044】

P-VOPは、ビデオオブジェクトを過去のVOP、即ち時間的に前の (VOPで符号化済みの) ビデオオブジェクトに参照付けることにより、ビデオオブジェクトを効率的に符号化する。この過去のVOPは、参照VOPと呼ばれる。例えば、時間kのフレーム中のオブジェクトが時間k-1のフレーム中のオブジェクトに関係付けられる場合、P-VOP中に符号化される動き補償を使用して、I-VOPの場合よりも少ない情報でビデオオブジェクトを符号化することができる。参照VOPは、I-VOP及びP-VOPのいずれでもよい。

40

【0045】

B-VOPは、過去のVOPと未来のVOPとの両方を参照VOPとして使用する。リアルタイムのビデオビットストリーム中では、B-VOPは使用すべきではない。しかし、本明細書に述べる原理及び利点は、B-VOPを含むビデオビットストリームにも適用することができる。S-VOPは、アニメーション化されたオブジェクトを表示するのに使用される。

【0046】

符号化されたVOPは、マクロブロックに構成される。マクロブロックは、輝度 (明るさ) 成分を記憶するためのセクションと、クロミナンス (色) 成分を記憶するためのセクションとを含む。マクロブロックは、通信ネットワーク120を介して送受信される。デー

50

タの通信が、符号分割多重アクセス (CDMA) からの変調及び復調など、他の通信レイヤをさらに含み得ることは、当業者には理解されるであろう。ビデオビットストリームが対応するオーディオ情報を含んでもよく、これもまた、符号化及び復号されることは、当業者には理解されるであろう。

【0047】

図3は、ビデオビットストリーム中のエラー又は不足データを隠蔽するプロセスを概略的に示したフローチャート300である。エラーは、データの紛失、データの破損、ヘッダエラー、構文エラー、データ受信の遅延など、様々な問題又は利用不能に対応するものとなり得る。有利なことに図3のプロセスは、実施するのに比較的複雑でなく、比較的遅いデコーダによって実施することができる。

10

【0048】

エラーを検出すると、プロセスは第1の決定ブロック304で開始される。第1の決定ブロック304で、エラーが、イントラ符号化 (intra-coding) に関するものか予測符号化 (predictive-coding) に関するものかを決定する。イントラ符号化又は予測符号化が、フレーム、マクロブロック、ビデオオブジェクトプレーン (VOP) などに当てはまることは、当業者には理解されるであろう。例示はマクロブロックのコンテキストにおいてなされているが、図3に述べる原理及び利点はビデオオブジェクトプレーンなどにも当てはまることは、当業者なら理解するであろう。エラーがイントラ符号化マクロブロックに関するものである場合、第1の決定ブロック304から第1の状態308に進む。エラーが予測符号化マクロブロックに関するものである場合、第1の決定ブロック304から第2の決定ブロック312に進む。予測符号化マクロブロックの場合のエラーは、時間tの現在フレーム中の不足マクロブロックから、或いは動きの参照先である時間t-1の参照フレーム中のエラーから生じ得ることを理解されたい。

20

【0049】

第1の状態308で、不足マクロブロックと命名されたイントラ符号化マクロブロック中のエラーを補間、或いは空間的に隠蔽する。一実施の形態では、画像中で不足マクロブロックの「上」に表示されることになっている上方マクロブロックからのデータと、画像中で不足マクロブロックの「下」に表示されることになっている下方マクロブロックからのデータとを線形補間することにより、不足マクロブロック中のエラーを隠蔽する。線形補間以外の技術を使用することもできる。

30

【0050】

例えば、上方マクロブロックからコピーされたlbとして示されるラインと、下方マクロブロックからコピーされたltとして示されるラインとを使用して、垂直に線形補間することができる。一実施の形態では、上方マクロブロックの最低ラインをlbとし、下方マクロブロックの最上ラインをltとして使用する。

【0051】

状況によっては、上方マクロブロック及び／又は下方マクロブロックも利用不可能な場合がある。例えば、上方マクロブロック及び／又は下方マクロブロックがエラーを有することがある。さらに、不足マクロブロックが画像の上限又は画像の下限に位置する場合もある。

40

【0052】

本発明の一実施の形態では、上方マクロブロックと下方マクロブロックとの間の線形補間が適用不可能な場合、以下の規則を使用して不足マクロブロック中のエラーを隠蔽する。

【0053】

不足マクロブロックが画像の上限にある場合、下方マクロブロックの最上ラインをlbとして使用する。下方マクロブロックもない場合、画像中で次に低いマクロブロックの最上ラインをlbとして使用する。以下、さらに低いマクロブロックが不足している場合も同様にする。すべての下方マクロブロックが不足している場合、灰色ラインをlbとして使用する。

【0054】

50

不足マクロブロックが画像の下限にある場合、又は下方マクロブロックがない場合、上方マクロブロックの最低ライン l_b を l_t としても使用する。

【0055】

不足マクロブロックが画像の上限にも画像の下限にもなく、上方マクロブロックと下方マクロブロックとの間の補間が適用不可能な場合、本発明の一実施の形態では、不足マクロブロックを灰色ピクセル ($Y=U=V=128$ 値) で置換する。

【0056】

復号規格の1つであるMPEG-4によれば、エラーを含むブロックに関連するピクセルは「0」として記憶され、これは表示において緑色のピクセルに対応する。灰色ピクセルは、緑色よりも不足ブロックに関連する色に近付けることができ、シミュレーションテストでは、複雑さを相対的にほとんど又はまったく増大させずに、緑色のピクセルに勝る0.1dBの改善が見られた。例えば、灰色のピクセル色はコピー命令によって実現することができる。空間的な隠蔽が完了すると、プロセスは終了する。

【0057】

エラーが予測符号化マクロブロックに関するものである場合、第2の決定ブロック312で、別の動きベクトルが不足ブロックに使用可能かを決定する。例えば、ビデオビットストリームは、冗長動きベクトルなど別の動きベクトルも含む場合があり、これを不足マクロブロック中の標準的な動きベクトルの代わりに使用することができる。一実施の形態では、冗長動きベクトルは、標準的な動きベクトルを2倍にすることによって推定される。冗長動きベクトルの一実施の形態では、時間 t の現在フレーム中の動きを、時間 $t-2$ のフレームに参照付ける。時間 $t-2$ のフレームと冗長動きベクトルとの両方が利用可能な場合、第2の決定ブロック312から第2の状態316に進み、冗長動きベクトル及び時間 $t-2$ のフレームから不足マクロブロックを再構築する。そうでない場合、第2の決定ブロック312から第3の決定ブロック320に進む。

【0058】

第3の決定ブロック320では、エラーが、現在フレーム中の予測符号化マクロブロックの不足、即ち動きベクトルの不足によるものかを決定する。動きベクトルが不足している場合、第3の決定ブロック320から第3の状態324に進む。そうでない場合、第3の決定ブロック320から第4の決定ブロック328に進む。

【0059】

第3の状態324では、不足マクロブロック中で不足している動きベクトルを代用して、時間的なエラー隠蔽を提供する。不足の動きベクトルを時間的に隠蔽する一実施の形態については、後で図4に関してより詳細に述べる。プロセスは第3の状態324から第4の決定ブロック328に進む。

【0060】

第4の決定ブロック328では、エラーが参照フレーム、例えば時間 $t-1$ のフレームの不足によるものかを決定する。この参照フレームが利用可能な場合、第4の決定ブロック328から第4の状態332に進み、参照フレーム及び第3の状態324からの代用動きベクトルを使用する。そうでない場合、第5の状態336に進む。

【0061】

第5の状態336では、時間 $t-k$ のフレームを参照フレームとして使用する。フレームが前の前のフレームに対応する場合、 k は2となり得る。一実施の形態では、マクロブロック中で受け取った、或いは第3の状態324で代用した動きベクトルに、直線的な動きの場合は2などの因数を掛けて、エラーを隠蔽する。ビデオ画像の動きの特性に応じて他の適切な因数が使用され得ることを、当業者は理解するであろう。プロセスは、次のエラーが検出されるまで終了に向けて進む。

【0062】

図4に、不足の動きベクトルを時間的に隠蔽する例示的なプロセスを示す。一実施の形態では、マクロブロックは4つの動きベクトルを含む。図示の時間的隠蔽技術では、不足マクロブロック402の不足の動きベクトルを、他のマクロブロックからコピーした動きベ

10

20

30

40

50

クトルで代用する。後述する別の実施の形態では、不足マクロブロック402の不足の動きベクトルを、他のマクロブロックから補間された動きベクトルで代用する。

【0063】

不足マクロブロック402が画像中の他のマクロブロックの上及び下にある場合、不足マクロブロック402の上にある上方マクロブロック404から動きベクトルをコピーし、不足マクロブロック402の下にある下方マクロブロック406から動きベクトルをコピーする。

【0064】

不足マクロブロック402は、第1の不足の動きベクトル410、第2の不足の動きベクトル412、第3の不足の動きベクトル414、第4の不足の動きベクトル416に対応する。上方マクロブロック404は、第1の上方動きベクトル420、第2の上方動きベクトル422、第3の上方動きベクトル424、第4の上方動きベクトル426を含む。下方マクロブロック406は、第1の下方動きベクトル430、第2の下方動きベクトル432、第3の下方動きベクトル434、第4の下方動きベクトル436を含む。

【0065】

上方マクロブロック404と下方マクロブロック406とが両方とも利用可能であり、動きベクトルを含む場合、図示のプロセスは、第3の上方動きベクトル424を第1の不足の動きベクトル410として使用し、第4の上方動きベクトル426を第2の不足の動きベクトル412として使用し、第1の下方動きベクトル430を第3の不足の動きベクトル414として使用し、第2の下方動きベクトル432を第4の不足の動きベクトル416として使用する。

【0066】

不足マクロブロック402が画像の上限にある場合、第1の不足の動きベクトル410と第2の不足の動きベクトル412との両方を0ベクトル（動きなし）に設定する。また、第1の下方動きベクトル430を第3の不足の動きベクトル414として使用し、第2の下方動きベクトル432を第4の不足の動きベクトル416として使用する。

【0067】

下方マクロブロック406が破損しているか、或いは利用不可能であり、及び／又は不足マクロブロック402が画像の下限にある場合、第3の不足の動きベクトル414を、第1の不足の動きベクトル410に使用される値と等しい値に設定し、第4の不足の動きベクトル416を、第2の不足の動きベクトル412に使用される値と等しい値に設定する。

【0068】

一実施の形態では、不足マクロブロック402の不足の動きベクトルを、他のマクロブロックから補間された動きベクトルで代用する。様々な補間技術が存在する。一例では、第1の不足の動きベクトル410を、第1の上方動きベクトル420と、第3の上方動きベクトル424の3倍とのベクトル和で置換する。即ち $v_{1410} = v_{1420} + (3)(v_{3424})$ である。別の例では、第3の不足の動きベクトル414を、第3の下方動きベクトル434と、第1の下方動きベクトル430の3倍とのベクトル和で置換することができる。即ち $v_{3414} = (3)(v_{1430}) + v_{3434}$ である。

【0069】

図5は、ビデオビットストリーム中のエラーを適宜隠蔽するプロセスを概略的に示したフローチャート500である。有利にも図5のプロセスは、隠蔽モードを適宜選択し、それにより、エラー隠蔽済み又は再構築済み画像を比較的歪みの少ない画像とすることができる。シミュレーションテストでは、ピーク信号対雑音比が約1.5デシベル(dB)まで改善されると予測された。現在フレームについてのデータがエラーなしで受信された場合でも、図5のプロセスを使用してエラー隠蔽モードを選択することができる。

【0070】

例えば、このプロセスで、連続的な3つのフレームを受信することができる。第1フレームは明瞭に受信される。第2フレームは、比較的高い度合いで破損して受信される。第3

10

20

30

40

50

フレームについてのデータは明瞭に受信されるが、第3フレームの一部の再構築は、比較的高い度合いで破損して受信される第2フレームの一部に依存する。ある種の状況下では、第3フレームの一部が破損フレームの一部に依存するので、第3フレームの一部を隠蔽するのが有利となり得る。図5に示すプロセスでは、有利にも、このようなエラー隠蔽技術が標準的なビデオデコードによって対応する画像の表示を提供するのに必要とされないときでも、いつエラー隠蔽技術を呼び出すべきかを識別することができる。

【0071】

プロセスは第1の状態504で開始し、現在フレーム、即ち時間tのフレームについてのビデオビットストリームからのデータを受け取る。受け取ったデータの一部は、ドロップアウト、破損、遅延などのエラーのために不足している場合がある。プロセスは第1の状態504から第1の決定ブロック506に進む。

10

【0072】

第1の決定ブロック506では、分析中のデータがイントラ符号化ビデオオブジェクトプレーン(I-VOP)、又は予測符号化VOP(P-VOP)に対応するかを決定する。プロセスは、マクロブロックやフレームなど種々のレベルで作用することができ、VOPがフレームとなり得ることを、当業者は理解するであろう。VOPがI-VOPである場合、第1の決定ブロック506から第2の決定ブロック510に進む。そうでない場合、即ちVOPがP-VOPである場合、第3の決定ブロック514に進む。

【0073】

第2の決定ブロック510では、I-VOPに関する受け取ったデータ中にエラーがあるか否かを決定する。エラーがある場合、第2の決定ブロック510から第2の状態518に進む。そうでないときは第3の状態522に進む。

20

【0074】

第2の状態518では、先に図3の第1の状態308に関して記載した空間的隠蔽技術などの空間的隠蔽技術によってエラーを隠蔽する。プロセスは第2の状態518から第4の状態526に進む。

【0075】

第4の状態526では、エラー値を、第2の状態518で使用した隠蔽技術について予測されるエラーに設定する。一実施の形態では、エラーを0~255の範囲に正規化する。0はエラーなしに対応し、255は最大エラーに対応する。例えば、エラー隠蔽モードにおけるピクセルに灰色ピクセルが取って代わる場合、エラー値を255とすることができる。一実施の形態では、エラー値は、事前計算済みのエラー推定値のテーブルから取り出す。空間補間法では、エラーのないピクセルに隣接するピクセルは、通常、エラーのないピクセルからより遠くにあるピクセルよりも忠実に隠蔽される。一実施の形態では、エラーのないピクセルに隣接するピクセルについてはエラー値97としてモデル化し、他のピクセルはエラー値215でモデル化する。エラー値は、メモリアレイ中にピクセル単位で維持することができ、選択されたピクセルだけについて維持することもでき、ピクセルのグループについて維持することもでき、その他も可能である。

30

【0076】

第3の状態522では、エラーのないI-VOPを受け取っており、このVOPの対応ピクセルのエラー値を(0に)クリアする。当然、エラーのない状態を示すには他の値も任意に選択することができる。プロセスは第3の状態522から第5の状態530に進み、受け取ったデータからVOPを構築して終了する。プロセスは、受け取った次のVOPを処理するために再アクティブ化され得る。

40

【0077】

第3の決定ブロック514に戻るが、ここで、P-VOPがエラーを含むか否かを決定する。エラーがない場合、第3の決定ブロック514から第4の決定ブロック534に進む。そうでない場合、オプションの第6の状態538に進む。

【0078】

第4の決定ブロック534で、対応するピクセルのエラー値が0か否かを決定する。エラ

50

ー値が0であり、現在のP-VOPのデータ中にエラーがない場合、エラーのない状況に対応するので、第5の状態530に進み、受け取ったデータでVOPを構築する。次いで、プロセスは終了するか、処理すべき次のVOPのために待機する。エラー値が0でない場合、第7の状態542に進む。

【0079】

第7の状態542では、受け取ったデータを使用した場合に得られることになる推定エラー値、即ち新しいエラー値を予測する。例えば、前のフレームがエラーを含んでいた場合、現在フレームのP-VOPを復号して使用することによって、このエラーが現在フレームに伝搬することがある。一実施の形態では、推定エラー値は、およそ103にエラー伝搬項を足した値であり、エラー伝搬項は前のエラー値によって決まる。エラー伝搬項はまた、1フレームあたりのエラー伝搬のわずかな損失を反映するように、0.93などの「リーキーな」値を含み得る。プロセスは第7の状態542から第8の状態546に進む。

10

【0080】

第8の状態546では、エラー復元技術を使用した場合に得られることになる推定エラー値を予測する。エラー復元技術は、図3及び4に関して記載したエラー隠蔽技術や、他のフレームを参照する追加の動きベクトルを使用するものなど、様々な技術に対応するものとして行うことができる。追加の動きベクトルが前の前のフレームを参照する場合、一実施の形態では、46に伝搬エラーを足した値をエラー値として使用する。前のフレーム中の伝搬エラーは、前の前のフレーム中の伝搬エラーとは異なり得ることを認識されたい。一実施の形態では、複数のエラー復元技術から得られることになる推定エラー値を予測する。プロセスは第8の状態546から第9の状態550に進む。

20

【0081】

第9の状態550では、受け取ったデータを使用することと、エラー復元技術を使用することとの間で選択を行う。一実施の形態では、受け取ったデータを使用することと、複数のエラー復元技術のうちの1つを使用することとの間で選択を行う。最低の予測推定エラー値をもたらず構築、隠蔽、又は再構築技術を使用して、画像の対応部分を構築する。プロセスは、第9の状態550から第10の状態554に進み、そこで、選択した受信データ又はフレームを生成するのに使用されたエラー復元技術に従って、影響を受けるエラー値を更新して終了する。次いでプロセスは、次のVOPを受け取るまで待機し、次のVOPを処理するために再アクティブ化され得ることを理解されたい。

30

【0082】

オプションの第6の状態538では、複数のエラー復元技術によって予測エラー値を計算する。最低の予測推定エラー値を示すエラー復元技術を選択する。プロセスは、オプションの第6の状態538から第11の状態558に進む。

【0083】

第11の状態558では、オプションの第6の状態538で選択したエラー復元技術を適用する。1つのエラー復元技術だけを使用してP-VOPについてのエラーを隠蔽する場合、オプションの第6の状態538はなくてもよく、選択プロセスなしで第11の状態558でエラー復元技術を適用することができることは、当業者なら理解するであろう。プロセスは、第11の状態558から第12の状態562に進み、第11の状態558で適用したエラー復元技術に従って対応エラー値を更新する。次いでプロセスは終了し、後のVOPを処理するために再アクティブ化され得るようになる。

40

【0084】

図6は、加重予測を使用してビデオビットストリーム中のエラーを補償することのできるプロセス概略的に示したフローチャート600である。このプロセスの一実施の形態は、適応技術よりも相対的に実施が複雑でない。図示のプロセスでは、データフレームを受け取り、1マクロブロックずつデータを処理する。このプロセスでは、伝送中のエラーが生じた場合、全データフレームは受け取らなくてよいことを理解されたい。むしろ、フレームを受け取るための時間枠が失効したと決定したり、後続のフレームについてのデータを受け取ったりといった他の条件下で、現在フレームの処理を開始することができる。

50

【0085】

プロセスは第1の決定ブロック604で開始し、現在フレームが予測符号化フレーム（Pフレーム）であるかイントラ符号化フレーム（Iフレーム）であるかを決定する。現在フレームがIフレームに対応する場合、第1の決定ブロック604から第2の決定ブロック608に進む。現在フレームがPフレームに対応する場合、第1の決定ブロック604から第3の決定ブロック612に進む。

【0086】

第2の決定ブロック608では、分析中のマクロブロックがエラーを含むか否かを決定する。分析中のマクロブロックは、フレームの最初のマクロブロックに対応し、フレームの最後のマクロブロックで終わるものとして行うことができる。ただし、分析の順序を変更することができる。エラーは、データの不足、構文エラー、チェックサムエラーなど、様々な異常に対応する可能性がある。マクロブロック中にエラーが検出されない場合、第2の決定ブロック608から第1の状態616に進む。マクロブロック中にエラーが検出された場合、第2の状態620に進む。

10

【0087】

第1の状態616では、マクロブロックを復号する。イントラ符号化フレームのすべてのマクロブロックはイントラ符号化されている。イントラ符号化マクロブロックは、他のマクロブロックを参照せずに復号することができる。プロセスは第1の状態616から第3の状態624に進み、マクロブロック中のピクセルに対応するエラー分散（EV）値を0にリセットする。エラー分散値は、予測又は予想されるエラー伝搬量に関する。イントラ符号化マクロブロックは他のマクロブロックに依存しないので、エラーのないイントラ符号化マクロブロックは、エラー分散0を有すると予想することができる。0を示すのにどんな数でも任意に選択できることは、当業者には理解されるであろう。また、エラー分散は、ピクセル単位、ピクセルのグループ単位、選択されたピクセル単位、マクロブロック単位など、様々な方法で追跡され得ることも理解されるであろう。プロセスは第3の状態624から第4の決定ブロック628に進む。

20

【0088】

第4の決定ブロック628では、フレーム中の最後のマクロブロックを処理したか否かを決定する。処理すべきさらなるマクロブロックがフレーム中にある場合、第4の決定ブロック628から第2の決定ブロック608に戻る。最後のマクロブロックの処理が終わっていると、プロセスは終了し、後続のフレームのために再アクティブ化され得るようになる。

30

【0089】

第2の状態620では、先に図3の第1の状態308に関して記載した空間的隠蔽技術などの空間的隠蔽技術によって、エラーを隠蔽する。一実施の形態では、マクロブロックのピクセルを、128で符号化される灰色で埋める。プロセスは第2の状態620から第4の状態632に進み、マクロブロックの対応エラー分散 σ_H^2 を所定の値 $\sigma_H \Gamma^2$ に設定する。一実施の形態では、エラー分散 σ_H^2 を0～255の範囲に正規化する。所定の値は、例えばシミュレーション結果や実体面でのテストなどから得ることができる。さらに、所定の値は、隠蔽技術に応じて決まるものとして行うこともできる。一実施の形態では、隠蔽技術がマクロブロックを灰色で埋めるものである場合、所定の値 $\sigma_H \Gamma^2$ は255である。プロセスは第4の状態632から第4の決定ブロック628に進む。

40

【0090】

フレームがPフレームの場合、第1の決定ブロック604から第3の決定ブロック612に進む。第3の決定ブロック612では、分析中のマクロブロックがエラーを含むか否かを決定する。エラーが検出されない場合、第3の決定ブロック612から第5の決定ブロック636に進む。エラーが検出された場合、第3の決定ブロック612から第5の状態640に進む。

【0091】

Pフレーム中のマクロブロックは、インター符号化マクロブロックとイントラ符号化マク

50

ロブロックとのいずれかに対応し得る。第5の決定ブロック636で、マクロブロックがインター符号化マクロブロック又はイントラ符号化マクロブロックに対応するかを決定する。マクロブロックがイントラ符号化マクロブロックに対応する場合、第5の決定ブロック636から第6の状態644に進む。マクロブロックがインター符号化マクロブロックに対応する場合、第7の状態648に進む。

【0092】

第6の状態644では、エラーなしで受け取ったイントラ符号化マクロブロックを復号することに進む。イントラ符号化マクロブロックは、別のマクロブロックを参照せずに復号することができる。プロセスは第6の状態644から第8の状態652に進み、このマクロブロックについて維持している対応エラー分散を0にリセットする。プロセスは第8の状態652から第6の決定ブロック664に進む。

10

【0093】

第6の決定ブロック664では、フレーム中の最後のマクロブロックを処理したか否かを決定する。処理すべきさらなるマクロブロックがフレーム中にある場合、第6の決定ブロック664から第3の決定ブロック612に戻る。最後のマクロブロックの処理が終わっている場合、プロセスは終了し、後続のフレームのために再アクティブ化され得るようになる。

【0094】

第7の状態648では、マクロブロックをエラーなしで受け取ったときでも、マクロブロックのピクセルを再構築する。前の前のフレームの方が前のフレームよりも少ない破損を呈する場合があるので、この状況で再構築すると、画質が向上する可能性がある。このプロセスの一実施の形態では、第1の再構築モードと第2の再構築モードとの間で、いずれのモードがよりよいエラー隠蔽をもたらすと予想されるかに応じて選択する。別の実施の形態では、加重合計を使用して2つのモードを組み合わせる。一例では、使用する重みは推定エラーの逆数に対応し、したがってプロセスは最小2乗誤差(MMSE)で復号する。

20

【0095】

第1の再構築モードでは、受け取った動きベクトルと前のフレーム中の対応部分とに基づいて、マクロブロックを再構築する。第1の再構築モードで再構築されるピクセル \hat{q}_k を式1に示す。数式1で、 \hat{r}_k は予測残差である。

30

【0096】

【数1】

$$\hat{q}_k = \hat{p}_{k-1} + \hat{r}_k \quad \cdots \text{数式(1)}$$

第2の再構築モードでは、マクロブロックの動きベクトルによって指定される動きの量を2倍にすることによってマクロブロックを再構築し、前の前のフレーム、即ち時間 $k-2$ のフレームの対応部分を使用する。

【0097】

第1の再構築モードで再構築されるピクセルのエラー分散 $\sigma_{p_{k-1}}^2$ を数式2に示す。 k はフレームを表し、例えば現在フレームの場合は $k=0$ である。第2の再構築モードで再構築されるピクセルのエラー分散 $\sigma_{p_{k-2}}^2$ を数式3に示す。

40

【0098】

【数2】

$$\sigma_{p_{k-1}}^2 = E\{(\hat{p}_{k-1} - \tilde{p}_{k-1})^2\} \quad \cdots \text{数式(2)}$$

【0099】

【数3】

$$\begin{aligned}\sigma_{p_{k-1}}^2 &= E\{(\hat{p}_{k-1} - \tilde{p}_{k-2})^2\} \\ &\equiv E\{(\hat{p}_{k-1} - \hat{p}_{k-2})^2\} + E(\hat{p}_{k-1} - \tilde{p}_{k-2})^2 = \sigma_{H\Theta}^2 + \sigma_{p_{k-1}}^2 \quad \dots \text{数式 (3)}\end{aligned}$$

一実施の形態では、 $\sigma_{p_{k-1}}^2 > \sigma_{H\Theta}^2 + \sigma_{p_{k-2}}^2$ の場合、第2の再構築モードを選択する。別の実施の形態では、加重合計を使用してこれらの再構築技術を組み合わせたものである。一例では、使用する重みは予測エラーの逆数に対応し、したがって最小2乗誤差 (MMSE) で復号する。加重合計を使用する場合、2つの予測値を組み合わせてピクセル q_k を再構築する。一実施の形態では、ピクセル q_k は、数式4に示すように \hat{q}_k によって再構築される。

【0100】

【数4】

$$\hat{q}_k = \beta \hat{p}_{k-1} + (1 - \beta) \tilde{p}_{k-2} + \tilde{r}_k \quad \dots \text{数式 (4)}$$

一実施の形態では、重み係数 β は、数式5から計算される。

【0101】

【数5】

$$\beta = \frac{\sigma_{H\Theta}^2 + \sigma_{p_{k-1}}^2}{\sigma_{H\Theta}^2 + \sigma_{p_{k-1}}^2 + \sigma_{p_{k-2}}^2} \quad \dots \text{数式 (5)}$$

プロセスは第7の状態648から第9の状態656に進む。第9の状態656で、第7の状態648で適用した再構築に基づいて、このマクロブロックに対応するエラー分散を更新する。プロセスは第9の状態656から第6の決定ブロック664に進む。一実施の形態では、エラー分散は数式6の表現から計算される。

【0102】

【数6】

$$\sigma_{q_k}^2 = \frac{\sigma_{p_{k-1}}^2 (\sigma_{H\Theta}^2 + \sigma_{p_{k-2}}^2)}{\sigma_{H\Theta}^2 + \sigma_{p_{k-1}}^2 + \sigma_{p_{k-2}}^2} \quad \dots \text{数式 (6)}$$

第5の状態640では、マクロブロック中のエラーを隠蔽する。様々な隠蔽技術が適用可能である。一実施の形態では、マクロブロックがインタラ符号化であるかインター符号化であるかにかかわらず、時間的な隠蔽を使用する。他の実施の形態では、隠蔽技術を選択する際の要因として、マクロブロック中で使用された符号化のタイプを使用することができることを理解されたい。

【0103】

このプロセスの一実施の形態では、第5の状態640で、前のフレームに基づく第1の隠蔽モードと、前の前のフレームに基づく第2の隠蔽モードとの間で選択する。第1の隠蔽モードでは、画像中で不足マクロブロックの上にあるマクロブロックから抽出した動きベクトルを使用して、不足マクロブロックに対するインター符号化マクロブロックを生成する。不足マクロブロックの上にあるマクロブロックがエラーを有する場合、動きベクトルを0ベクトルに設定することができる。生成したインター符号化マクロブロックと、前のフレーム即ち $t-1$ のフレームからの対応する参照情報とを使用して、フレームの対応部分を再構築する。

【0104】

第2の隠蔽モードでは、画像中で不足マクロブロックの上にあるマクロブロックから抽出した動きベクトルをコピーして2を掛けることにより、不足マクロブロックに対するインター符号化マクロブロックを生成する。不足マクロブロックの上にあるマクロブロックが

10

20

30

40

50

エラーを有する場合、動きベクトルを 0 ベクトルに設定することができる。生成したインター符号化マクロブロックと、前の前のフレーム即ち $t-2$ のフレームからの対応する参照情報とを使用して、フレームの対応部分を再構築する。

【0105】

エラー分散は、関連する伝搬エラーと隠蔽エラーの合計としてモデル化することができる。一実施の形態では、第 1 の隠蔽モードは第 2 の隠蔽モードよりも低い隠蔽エラーを有するが、第 2 の隠蔽モードは、第 1 の隠蔽モードよりも低い伝播エラーを有する。

【0106】

一実施の形態では、第 1 の隠蔽モードと第 2 の隠蔽モードとの間で、いずれがより低い推定エラー分散をもたらすかに基づいて選択する。別の実施の形態では、加重合計を使用して 2 つのモードを組み合わせる。数式 7 で、 $\sigma_{q_k(i)}^2$ は、ピクセル q_k のエラー分散を示す。前のフレームに基づく第 1 の隠蔽モードでは、 i の値は 1 に等しく、前の前のフレームに基づく第 2 の隠蔽モードでは、 i の値は 2 に等しい。

【0107】

【数 7】

$$\begin{aligned}\sigma_{q_k(i)}^2 &= E\{(\hat{q}_k - \hat{c}_{k-1})^2\} \\ &\equiv E\{(\hat{q}_k - \hat{c}_{k-1})^2\} + E\{(\hat{c}_{k-1} - \tilde{c}_{k-1})^2\} = \sigma_{HA(i)}^2 + \sigma_{q_{k-1}}^2 \quad \dots \text{数式 (7)}\end{aligned}$$

数式 7 で、 $\sigma_{HA(i)}^2$ は、その隠蔽モードでのエラー分散に対応し、 $\sigma_{q_{k-1}}^2$ は、伝搬エラー分散に対応する。

【0108】

別の実施の形態では、加重合計を計算して、隠蔽のエラー分散をさらに低減させる。例えば、数式 8 に示すように、 \hat{q}_k を \tilde{q}_k で置換することができる。

【0109】

【数 8】

$$\tilde{q}_k = \alpha \tilde{q}_{k-1} + (1-\alpha) \tilde{c}_{k-2} \quad \dots \text{数式 (8)}$$

一実施の形態では、重み係数 α は、数式 9 のように示される。

【0110】

【数 9】

$$\alpha = \frac{\sigma_{q_k(2)}^2}{\sigma_{q_k(1)}^2 + \sigma_{q_k(2)}^2} \quad \dots \text{数式 (9)}$$

プロセスは第 5 の状態から第 10 の状態 660 に進む。第 10 の状態 660 では、第 5 の状態 640 で適用した隠蔽に基づいて、このマクロブロックに対応するエラー分散を更新し、第 6 の決定ブロック 664 に進む。加重合計を使用する一実施の形態では、エラー分散は数式 10 に示されたものから計算される。

【0111】

【数 10】

$$\sigma_{q_k}^2 = E\{(\hat{q}_k - \tilde{q}_k)^2\} = \frac{\sigma_{q_k(1)}^2 \cdot \sigma_{q_k(2)}^2}{\sigma_{q_k(1)}^2 + \sigma_{q_k(2)}^2} \quad \dots \text{数式 (10)}$$

状況によっては、フレーム全体がドロップしているか紛失している。本発明の一実施の形態では有利にも、フレームシーケンスから不足フレームが検出されるのに応答して、前のフレームを繰り返すか、又は前のフレームと次のフレームとの間で補間する。リアルタイムの適用例では、次のフレームを受け取って、次のフレームを復号し、前のフレームと次

10

20

30

40

50

のフレームから補間した置換フレームを生成するための時間をデコーダに与えるために、フレームシーケンスの表示はわずかに遅延する可能性がある。不足フレームは、受け取ったフレームからフレームレートを計算することによって、そして、後続のフレームを受信する予想時間を計算することによって検出され得る。フレームが予想時間に到着しない場合、前のフレームで置換するか、或いは前のフレーム及び次のフレームから補間する。このプロセスの一実施の形態ではさらに、利用可能なオーディオ部分を表示画像に対応するように同期させる。

【0112】

データ破損は、場合によっては避けられないことである。様々な技術を、ビデオデータの送信又は受信におけるエラーを隠蔽するのに役立てることができる。しかし、標準的なビデオ復号技術では、非効率的なことに、エラーなしのデータをエラーありとしてしまう可能性がある。例えば、MPEG-4規格では、マクロブロック中にエラーが検出されたときはこのマクロブロック全体を捨てるよう推奨されている。以下の技術は、破損のあるビデオパケットから幾つかのマクロブロックについてのデータを確実に回復して使用することができることを例示するものである。例えば、MPEG-4システムにおけるマクロブロックは、6つの8×8画像ブロックを含み得る。これらの画像ブロックのうち4つは輝度を符号化し、2つは色度を符号化する。従来のシステムの1つでは、伝送エラーが1つの画像ブロックに影響を及ぼしただけであっても、6つの画像ブロックをすべて廃棄する。

【0113】

図7A及び7Bに、サンプルビデオパケットを示す。MPEG-4システムでは、ビデオパケットは、ビデオパケットの開始を示すための再同期マーカを含む。1つのビデオパケット内にあるマクロブロックの数は変更され得る。

【0114】

図7Aには、I-VOPの場合の、DC成分及びAC成分を有するビデオパケット700のサンプルを示す。ビデオパケット700はビデオパケットヘッダ702を含み、ビデオパケットヘッダ702は、再同期マーカと、パケットのマクロブロックを復号するのに使用できるその他のヘッダ情報とを含む。その他のヘッダ情報は、パケット中の第1マクロブロックのマクロブロック番号や、パケットを復号するための量子化パラメータ(QP)などである。DC部分704は、輝度などのmcbpc、dquant、及びdcデータを含み得る。DCマーカ706は、DC部分704をAC部分708から分離している。一実施の形態では、DCマーカ706は、19ビットのバイナリストリング「110 1011 0000 0000 0001」である。AC部分708は、ac_predフラグ及びその他の文字情報を含み得る。

【0115】

図7Bには、P-VOPの場合のビデオパケット720を示す。ビデオパケット720は、図7Aのビデオパケットヘッダ702と同様のビデオパケットヘッダ722を含んでいる。ビデオパケット720はさらに、動きデータを含む動きベクトル部分724を含んでいる。動きマーカ726は、動きベクトル部分724中の動きデータをDC部分728中の文字データから分離している。一実施の形態では、動きマーカは17ビットのバイナリストリング「1 1111 0000 0000 0001」である。

【0116】

図8に、破損したマクロブロックを廃棄する例を示す。リバーシブル可変長符号(RVLC)は、文字符号などのデータを、順方向802と反対方向又は逆方向804との両方で読取り又は復号することができるよう設計されている。例えば、順方向802でマクロブロックがN個の場合、最初のマクロブロック806、MB#0を最初に読み取り、最後のマクロブロック808、MB#N-1を最後に読み取る。マクロブロック810でエラーを突き止めることができ、これを使用して、廃棄するマクロブロック812の範囲を規定することができる。

【0117】

10

20

30

40

50

図9は、本発明の一実施の形態に係る、破損したパケットの離散コサイン変換(DCT)部分を部分的にRVLC復号するプロセスを概略的に示したフローチャートである。プロセスは、第1の状態904で、ビデオパケットのビデオパケットヘッダのマクロブロック番号などのマクロブロック情報を読み取ることによって開始される。プロセスは第1の状態904から第2の状態908に進む。

【0118】

第2の状態908では、ビデオパケットのDC部分又は動きベクトル部分を適切に調査する。ビデオパケットヘッダと、DC部分又は動きベクトル部分とに構文テスト及び論理テストを適用して、その中のエラーを検出する。プロセスは第2の状態908から第1の決定ブロック912に進む。

10

【0119】

第1の決定ブロック912で、この例示的なプロセスは、第1の状態904からのビデオパケットヘッダ中に、或いは第2の状態908からのDC部分又は動きベクトル部分にエラーがあったか否かを決定する。エラーが検出された場合、第1の決定ブロック912から第3の状態916に進む。エラーが検出されなかった場合、第1の決定ブロック912から第4の状態920に進む。

【0120】

第3の状態916では、ビデオパケットを廃棄する。ビデオパケットヘッダ中のエラー、或いはDC部分又は動きベクトル部分中のエラーが不適当に復号された場合、比較的重大なエラーにつながる可能性があることは、当業者には理解されるであろう。一実施の形態では、代わりにエラー隠蔽技術を呼び出し、終了する。プロセスは、後で別のビデオパケットを読み取るために再アクティブ化され得るようになる。

20

【0121】

第4の状態920では、ビデオパケットを順方向に復号する。一実施の形態では、標準的なMPEG-4RVLC復号技術に従ってビデオパケットを復号する。このプロセスの一実施の形態では、マクロブロックカウンタ中でマクロブロックのカウントを維持する。ビデオパケットの最初にあるヘッダはマクロブロックインデックスを含み、これを使用してマクロブロックカウンタを初期化することができる。復号が順方向に進むにつれて、マクロブロックカウンタがインクリメントする。エラーが見つかった場合、一実施の形態では、マクロブロックカウンタから1カウントを除去し、マクロブロックカウンタが完全に復号済みのマクロブロックの数を含むようにする。

30

【0122】

さらに、このプロセスの一実施の形態では、すべてのコードワードを2分木の葉として記憶する。2分木の枝には、0と1とのいずれかの符号が付けられる。このプロセスの一実施の形態では、マクロブロックがイントラ符号化されているかインター符号化されているかに応じて、異なる2つの木フォーマットを使用する。順方向に復号する場合、ビデオパケットからのビットを、RVLCデータを含むビットバッファから取り出し、3つのイベントのうちの1つがみられるまで木の中のデータを走査する。これらのイベントは、葉ノードで有効なコードワードに到達する第1のイベントと、2分木の無効な葉(いずれのRVLCコードワードにも対応しない)に到達する第2のイベントと、ビットバッファの終わりに到達する第3のイベントに対応する。

40

【0123】

第1のイベントは、エラーがないことを示す。エラーがない場合、単純なルックアップテーブルなどを介して、有効なRVLCコードワードをそれに対応する葉ノード(last、run、level)にマッピングする。一実施の形態では、この情報をアレイに記憶する。8×8ブロック全体が復号されたことは、last=1を有するRVLCコードワードがあることによって示されるが、このとき、プロセスは次のブロックを復号することに進み、エラーがみられるまで又は最後のブロックに到達するまで継続する。

【0124】

第2のイベント及び第3のイベントは、エラーに対応する。これらのエラーは、様々なエ

50

ラー条件によって引き起こされる可能性がある。エラー条件の例としては、無効な R V L C コードワードが挙げられ、これは、E S C A P E シンボルの予想位置に誤ったマーカビットがあることや、E S C A P E シンボルからの復号済みコードワードが、通常の (E S C A P E でない) シンボルによって復号されているはずの (r u n、l e n g t h、l e v e l) 情報をもたらすことや、64 個よりも多くの (又は D C が A C と別に符号化されたイントラブロックの場合は 63 個よりも多くの) D C T 係数が 8×8 ブロック中にあることや、ビデオパケット中のすべての 8×8 ブロックの予想 D C T 係数すべてをうまく復号した後に余分なビットが残っていることや、ビデオパケット中の予想されるすべての 8×8 ブロックを復号するにはビットが不十分であることなどによる。これらの条件を、順番にテストすることができる。例えば、余分なビットが残っているか否かをテストする場合、ビデオパケット中のすべての 8×8 ブロックを処理した後でこの条件をテストする。別の例では、D C T 係数の数のテストは、ブロックごとに行うことができる。プロセスは第 4 の状態 920 から第 2 の決定ブロック 924 に進む。ただし、第 4 の状態 920 及び第 2 の決定ブロック 924 を F O R ループなどのループに含むこともできることは、当業者には理解されるであろう。

【0125】

第 2 の決定ブロック 924 では、第 4 の状態 920 (順方向) で記載したビデオパケットの順方向復号でエラーがあったか否かを決定する。エラーがなかった場合、第 2 の決定ブロック 924 から第 5 の状態 928 に進む。順方向復号でエラーがあった場合、第 2 の決定ブロック 924 から、第 6 の状態 932 及び第 10 の状態 948 に進む。順方向復号でエラーがあると、それ以上の順方向復号を終了し、第 10 の状態 948 でエラー位置及びエラータイプを記録する。順方向におけるエラー位置 L_1 と、順方向における完全に符号化されたマクロブロックの数 N_1 については、後で図 10 ~ 13 に関してより詳細に述べる。

【0126】

第 5 の状態 928 では、D C T 係数ブロックを再構築し、終了する。一実施の形態では、再構築は標準的な M P E G - 4 技術に従って進める。次のビデオパケットを処理するためにプロセスを再アクティブ化できることは、当業者には理解されるであろう。

【0127】

第 6 の状態 932 では、ビデオパケットデータをビットバッファにロードする。部分的 R V L C 復号を行うためには、構文エラー又はデータオーバーランを先に生じることなく、各ビデオパケットごとに D C マーカ (I - V O P の場合) 又は動きマーカ (P - V O P の場合) の検出が得られるべきである。一実施の形態では、パケット全体についてのデータを読み取る循環バッファを使用して、各バイトを 8 ビットに展開することによりビデオパケットについての残りのビットを得る。

【0128】

バッファの最後からスタッフィングビットを除去する。これにより、R V L C バッファ中にデータビットだけが残る。ビデオパケットのビデオパケットヘッダと動きベクトル部分又は D C 部分とを解析する間に、以下の情報がわかるはずである。即ち、予想マクロブロック数、各マクロブロックのタイプ (イントラ又はインター)、マクロブロックがスキップされるか否か、 8×8 ブロックの予想される 4 つの輝度ブロック及び 2 つの色度ブロックのうちでいくつの及びいずれのブロックが符号化されておりしたがってビットストリーム中にあるべきか、イントラブロックが 63 個の係数を有するか 64 個の係数を有するか (即ち、それらの D C 係数が A C 係数と共に符号化されているか別個に符号化されているか) である。この情報は、R V L C データビットと共にデータ構造に記憶することができる。プロセスは第 6 の状態 932 から第 7 の状態 936 に進む。

【0129】

第 7 の状態 936 では、ビデオパケットに対してリバーシブル可変長符号 (R V L C) 復号を逆方向に実施する。一実施の形態では、標準的な M P E G - 4 R V L C 復号技術に従ってビデオパケットの逆方向復号を実施する。各方向で、最大数の復号済みコードワード

10

20

30

40

50

を回復すべきである。このプロセスの一実施の形態では、反対方向でみられた完全に復号済みのマクロブロックの数をカウンタ中で維持する。一実施の形態では、カウンタは、ビデオパケット中の予想マクロブロック数 N に関係する、ビデオパケットヘッダからの値で初期化される。カウンタは、マクロブロックが読み取られるにつれてカウントダウンする。プロセスは第7の状態936から第8の状態940に進む。

【0130】

第8の状態940では、逆方向復号からビデオパケット中のエラーを検出し、エラー及びエラータイプを記録する。先に第4の状態920に関して記載した順方向でのエラーに加えて、反対の復号方向で生じ得る別のエラーは、復号される最後のコードワード、即ち反対方向における最初のコードワードが、 $last = 0$ を有するコードワードに復号される
10
ときに生じる。有利なことに、反対方向でエラー位置を検出することにより、まだこのようなデータが使用可能であるデータ範囲を明らかにすることができる。反対方向即ち逆方向におけるエラー位置 L_2 と、反対方向における完全に復号済みのマクロブロックの数 N_2 の使用については、後で図10～13に関して述べる。

【0131】

この例示的なプロセスでは、反対の復号方向で、順方向の復号方向とは異なる復号木（イントラ／インター）を使用する。一実施の形態では、反対方向の復号木は、各コードワードごとにビットの順番を逆にすることによって得られる。さらに、一実施の形態では、順方向復号で最後にくるサインビットが逆方向復号では最初にみられること、及び $last = 1$ は順方向復号では 8×8 ブロックの最後のコードワードを示すが、反対方向復号では
20
最初のコードワードを示すことを考慮するように、シンボル復号ルーチンを修正する。反対方向に復号する場合、まさしく最初のコードワードは $last = 1$ を有するはずであり、そうでない場合はエラーが宣言される。

【0132】

データを反対の順番で読み取る場合、このプロセスでは、ブロックを復号する際に1シンボル先を見る。 $last = 1$ を有するコードワードに到達した場合、現在の 8×8 ブロックの反対方向復号の最後に到達しており、したがって次のブロックに進む。さらに、ブロックの順番も同じ理由で逆になる。例えば、順方向で5つのインターブロック及びそれに
30
続いて3つのイントラブロックが予想される場合、反対方向では3つのイントラブロック及びそれに続いて5つのインターブロックが予想されるはずである。プロセスは第8の状態940から第9の状態944に進む。

【0133】

第9の状態944では、順方向と反対方向の復号方向からの重複エラー領域を廃棄する。復号済みシンボルの2つのアレイを比較して、順方向RVL C復号中に得られたエラーと反対方向RVL C復号中に得られたエラーとの間のエラー重複を評価し、ビデオパケットを部分的に復号する。部分的復号についてのこれ以上の詳細は、後で図10～13に関してより詳細に述べる。本明細書に述べるプロセスで、アレイは、各方向で復号エラーが宣言される前にうまく復号されたコードワードを含むことは当業者には理解されるであろう。順方向と反対方向とでうまく復号された領域間に、ビットレベルで重複がなくDCT（マクロブロック）レベルでも重複がない場合、一実施の形態では、各方向で約90ビット
40
などの所定ビット数 T の保存的バッファリングを実施する。即ち、各方向の最後の90ビットを廃棄する。重複する（ビットバッファ中の）コードワード、又は重複するDCT係数に復号された（DCTバッファ中の）コードワードは、廃棄される。さらに、一実施の形態では、（部分的なマクロブロックDCTデータやイントラ符号化マクロブロックではない）全インターマクロブロックだけを復号バッファに保持する。次いで、残ったコードワードを使用して、個々のブロックごとに 8×8 DCT値を再構築し、終了する。プロセスは、次のビデオパケットを処理するために再アクティブ化することができることを理解されたい。

【0134】

図9に示したプロセスにより、順方向におけるエラー位置（ビット位置） L_1 と、反対方
50

向におけるエラー位置 L_2 と、順方向及び反対方向でみられたエラーのタイプと、ビデオパケットの予想される長さ L と、ビデオパケット中の予想されるマクロブロック数 N と、順方向における完全に復号済みのマクロブロックの数 N_1 と、反対方向における完全に復号済みのマクロブロックの数 N_2 とが明らかになる。

【0135】

図10～13に、部分的RVLC復号の方法を示す。例示的な部分的RVLC復号プロセスの1つでは、ビデオパケットから有用なデータを抽出するための部分的復号方法を、4つの結果に従って選択する。第1の結果 $L_1 + L_2 < L$ 及び $N_1 + N_2 < N$ の場合の処理は、図10に関して後述する。第2の結果 $L_1 + L_2 < L$ 及び $N_1 + N_2 \geq N$ の場合の処理は、図11に関して後述する。第3の結果 $L_1 + L_2 \geq L$ 及び $N_1 + N_2 < N$ の場合の処理は、図12に関して後述する。第4の結果 $L_1 + L_2 \geq L$ 及び $N_1 + N_2 \geq N$ の場合の処理は、図13

10

【0136】

図10に、 $L_1 + L_2 < L$ 及び $N_1 + N_2 < N$ のときに用いられる部分的復号方法を示す。図10の第1の部分1002は、ビットエラー位置 L_1 及び L_2 を示す。第2の部分1004は、順方向における完全に復号済みのマクロブロック N_1 、及び反対方向における完全に復号済みのマクロブロック N_2 を示す。第3の部分1006は、ビットエラー位置からのビットのバックトラッキング T を示す。ビットのバックトラッキング T に選択される数は、非常に広い範囲で様々としてことができ、順方向と反対方向とで異なる数にすることさえできることは、当業者には理解されるであろう。一実施の形態では、 T の値は90ビット

20

【0137】

この例示的なプロセスでは、ビデオパケットを第1の部分パケット1010、第2の部分パケット1012、及び廃棄部分パケット1014に配分する。第1の部分パケット1010は、デコーダによって使用することができ、 $L_1 - T$ に対応するビット位置までの完全なマクロブロックを含む。また、第2の部分パケット1012も、デコーダによって使用することができ、 $L - L_2 + T$ に対応するビット位置からパケットの最後 L までの完全なマクロブロックを含む。したがって、第2の部分パケットのサイズは約 $L_2 - T$ である。後で図14に関してより詳細に述べるが、このプロセスの一実施の形態では、第1の部分パケット1010及び第2の部分パケット1012中のイントラブロックは、破損して

30

【0138】

図11に、 $L_1 + L_2 < L$ 及び $N_1 + N_2 \geq N$ のときに用いられる部分的復号方法を示す。図11の第1の部分1102は、ビットエラー位置 L_1 及び L_2 を示す。第2の部分1104は、順方向における完全に復号済みのマクロブロック N_1 、及び反対方向における完全に復号済みのマクロブロック N_2 を示す。

【0139】

この例示的なプロセスでは、ビデオパケットを第1の部分パケット1110、第2の部分パケット1112、及び廃棄部分パケット1114に配分する。第1の部分パケット1110は、デコーダによって使用することができ、ビデオパケットの最初から $N - N_2 - 1$ に対応するマクロブロックまでの完全なマクロブロックを含む。第2の部分パケット1112もまた、デコーダによって使用することができ、ビデオパケット中の $(N_1 + 1)$ 番目のマクロブロックから最後のマクロブロックまでを含む。したがって、第2の部分パケット1112のサイズは約 $N - N_1 - 1$ である。このプロセスの一実施の形態では、第1の部分パケット1110及び第2の部分パケット1112中のイントラブロックは、破損して

40

【0140】

図12に、 $L_1 + L_2 \geq L$ 及び $N_1 + N_2 < N$ のときに用いられる部分的復号方法を示す。図

50

12の第1の部分1202は、ビットエラー位置 L_1 及び L_2 を示す。第2の部分1204は、順方向における完全に復号済みのマクロブロック N_1 、及び反対方向における完全に復号済みのマクロブロック N_2 を示す。

【0141】

この例示的なプロセスでは、ビデオパケットを第1の部分パケット1210、第2の部分パケット1212、及び廃棄部分パケット1214に配分する。第1の部分パケット1210は、デコーダによって使用することができ、ビデオパケットの最初から $N - b_mb(L_2)$ にあるマクロブロックまでの完全なマクロブロックを含む。 $b_mb(L_2)$ は、ビット位置 L_2 にあるマクロブロックを指す。第2の部分パケット1212もまた、デコーダによって使用することができ、 L_1 に対応するビット位置からパケットの最後までの完全なマクロブロックを含む。このプロセスの一実施の形態では、第1の部分パケット1210及び第2の部分パケット1212中のイントラブロックは、破損していないと識別された場合でも廃棄する。ビデオパケットの残りの部分を含む廃棄部分パケット1214は、廃棄する。

10

【0142】

図13に、 $L_1 + L_2 \geq L$ 及び $N_1 + N_2 \geq N$ のときに用いられる部分的復号方法を示す。図13の第1の部分1302は、ビットエラー位置 L_1 及び L_2 を示す。第2の部分1304は、順方向における完全に復号済みのマクロブロック N_1 、及び反対方向における完全に復号済みのマクロブロック N_2 を示す。

【0143】

この例示的なプロセスでは、ビデオパケットを第1の部分パケット1310、第2の部分パケット1312、及び廃棄部分パケット1314に配分する。第1の部分パケット1310は、デコーダによって使用することができ、 $N - b_mb(L_2)$ に対応するビット位置までの完全なマクロブロックと、 $(N - N_2 - 1)$ 番目までの完全なマクロブロックとのうちの少ない方を含む。 $b_mb(L_2)$ は、ビット位置 L_2 までのうちで最後の完全なマクロブロックを指す。第2の部分パケット1312もまた、デコーダによって使用することができ、ビデオパケットの最後から数えた、 $N - f_mb(L_1)$ に対応する完全なマクロブロックの数と、 $N - N_1 - 1$ に対応する完全なマクロブロックの数のうちの少ない方を含む。 $f_mb(L_1)$ は、順方向で決定された破損していないマクロブロックの、反対方向における最後のマクロブロックを指す。このプロセスの一実施の形態では、第1の部分パケット1310及び第2の部分パケット1312中のイントラブロックは、破損していないと識別された場合でも廃棄する。ビデオパケットの残りの部分を含む廃棄部分パケット1314は、廃棄する。

20

30

【0144】

図14に、少なくとも1つのイントラ符号化マクロブロックを含む、部分的に破損したビデオパケット1402を示す。一実施の形態では、部分的に破損したビデオパケットの一部にあるイントラ符号化マクロブロックは、この部分的に破損したビデオパケットのうちの破損していないと考えられる部分にある場合でも廃棄する。

【0145】

図9～13に関して記載したプロセスなどの復号プロセスでは、部分的に破損したビデオパケット1402を、第1の部分パケット1404、破損部分パケット1406、及び第2の部分パケット1408に割り振る。第1の部分パケット1404及び第2の部分パケット1408は、エラーなしと考えられ、使用することができる。破損部分パケット1406は、破損したデータを含んでおり、使用すべきではない。

40

【0146】

しかし、図示の第1の部分パケット1404は、第1のイントラ符号化マクロブロック1410を含み、図示の第2の部分パケット1408は、第2のイントラ符号化マクロブロック1412を含む。本発明の一実施の形態に係るプロセスの1つでは、ビデオパケット中でエラー又は破損が検出された場合、第1のイントラ符号化マクロブロック1410や第2のイントラ符号化マクロブロック1412などのイントラ符号化マクロブロックも廃

50

棄し、有利にも、エラーのないマクロブロックに対応する回復されたマクロブロックを使用し続ける。その代わり、部分的に破損したビデオパケットのイントラ符号化マクロブロックを隠蔽する。

【0147】

本発明の一実施の形態では、部分的に破損したパケットからイントラ符号化マクロブロックを部分的に復号する。MPEG-4規格によれば、破損したビデオパケットからのどんなデータもドロップされる。イントラ符号化マクロブロックは、I-VOP中とP-VOP中との両方で符号化することができる。MPEG-4規格で提供されているように、イントラ符号化マクロブロックのDC係数、及び／又はイントラ符号化マクロブロックの最上行と第1列のAC係数は、このイントラ符号化マクロブロックに近接するイントラ符号化マクロブロックから予測符号化することができる。

10

【0148】

ビデオビットストリーム中で符号化されるパラメータは、適切な動作モードを指示することができる。第1のパラメータは、MPEG-4で「`intra_dc_vcl_thr`」と呼ばれるもので、VOPヘッダ中に位置する。MPEG-4に述べられているように、第1のパラメータ `intra_dc_vcl_thr` は、表1に記述する8つの符号のうちの1つに符号化される。表中で、QPは量子化パラメータを示す。

【0149】

【表1】

番号	手段	コード
0	全VOPに対しイントラDC VLCを使用	000
1	実行QP>=13でのイントラAC VLCに切替	001
2	実行QP>=15でのイントラAC VLCに切替	010
3	実行QP>=17でのイントラAC VLCに切替	011
4	実行QP>=19でのイントラAC VLCに切替	100
5	実行QP>=21でのイントラAC VLCに切替	101
6	実行QP>=23でのイントラAC VLCに切替	110
7	全VOPに対しイントラAC VLCを使用	111

20

30

「000」の `intra_dc_vcl_thr` 符号は、イントラ符号化マクロブロック中でDC係数をAC係数から分離することに対応する。I-VOPに関しては、`intra_dc_vcl_thr` パラメータを「000」に設定すると、エンコーダによってDC係数がDCマーカの前に配置され、AC係数がDCマーカの後に配置されることになる。

【0150】

P-VOPに関しては、`intra_dc_vlc_thr` パラメータを「000」に設定すると、エンコーダによってDC係数が `c_bpy` 及び `ac_pred_flag` 情報と共に動きマーカの直後に配置されることになる。`intra_dc_vlc_thr` パラメータの値は、符号化レベルで選択されることを理解されたい。エラー復元のためには、`intra_dc_vlc_thr` パラメータを「000」に設定すると、ビデオビットストリームは相対的により頑強に符号化することができる。それでもなお、本発明の一実施の形態では有利にも、`intra_dc_vlc_thr` パラメータの設定が「000」になっていることを検出し、動きマーカ及び／又はDCマーカがあるか否かを監視する。対応する動きマーカ及び／又はDCマーカがエラーなしで観測された場合、動きマーカ及び／又はDCマーカの前で受け取られるDC情報を分類し、このDC情報を復号の際に使用する。そうでない場合、このDC情報はドロップされる。

40

【0151】

50

第2のパラメータは、MPEG-4で「ac_pred_flag」と呼ばれるもので、動きマーカー／DCマーカーの後に、ただしRVC文字データの前に位置する。「ac_pred_flag」パラメータは、DC係数からみて現在のブロックと最もよく合致する近接ブロックから、最上行及び第1列のDCT係数（計14個の係数）を異なる形で符号化するようにエンコーダに命令し、かつそのように復号するようにデコーダに命令する。図15に示すように、差が最小の近接ブロックを予測ブロックとして使用する。

【0152】

図15に、AC予測によるマクロブロックのシーケンスを示す。図15は、第1のマクロブロック1502であるA、第2のマクロブロック1504であるB、第3のマクロブロック1506であるC、第4のマクロブロック1508であるD、第5のマクロブロック1510であるX、第6のマクロブロック1512であるYを含む。第5のマクロブロック1510であるX及び第6のマクロブロック1512であるYは、AC予測が有効にされた状態で符号化されている。第1のマクロブロック1502であるAからの第1列のDCT係数が、第5のマクロブロック1510であるX及び第6のマクロブロック1512であるYの中で使用されている。第3のマクロブロック1506であるC又は第4のマクロブロック1508であるDからの最上行の係数を使用して、第5のマクロブロック1510であるX、又は第6のマクロブロック1512であるYの最上行がそれぞれ符号化されている。

10

【0153】

エラー復元のためには、エンコーダは、イントラ符号化マクロブロックに対するAC予測又は差分符号化を無効にすべきであることを理解されたい。AC予測が無効にされた場合、RVCデータの第1又は第2の「優良」部分に対応するイントラ符号化マクロブロックを使用することができる。

20

【0154】

一実施の形態では、AC予測が有効になっている場合、RVCデータの「優良」部分のイントラ符号化マクロブロックは、図14に関して上述したようにドロップすることができる。

【0155】

加えて、本発明の一実施の形態に係るデコーダ又は復号プロセスの1つでは、さらに、AC予測が有効でも、「疑わしいイントラ符号化マクロブロック」と呼ぶイントラ符号化マクロブロックを使用できるか否かを決定する。デコーダは、疑わしいイントラ符号化マクロブロックのすぐ左又はすぐ上に別のイントラ符号化マクロブロックが存在するか否かを決定する。このような他のイントラ符号化マクロブロックが存在しない場合、この疑わしいイントラ符号化マクロブロックに「優良」の符号を付け、復号して使用する。

30

【0156】

デコーダの1つはさらに、疑わしいイントラ符号化マクロブロックのすぐ左又はすぐ上にある他のマクロブロックのいずれかが復号されていないか否かを決定する。このようなマクロブロックがある場合、この疑わしいイントラ符号化マクロブロックは使用しない。

【0157】

図16に、MPEG-4データ区分化パケットのビット構造を示す。データ区分化は、エンコーダによって選択できるオプションである。このデータ区分化パケットは、再同期マーカー1602、マクロブロック番号1604、量子化スケール1606、ヘッダ拡張符号(HEC)1608、動き及びヘッダ情報1610、動きマーカー1612、文字情報1614、再同期マーカー1616を含む。

40

【0158】

MPEG-4規格では、データ区分化パケット中で、フレームデータのDC部分をフレームデータのAC部分の前と後のいずれに配置してもよい。この順番はエンコーダによって決定される。データ区分化が有効になっている場合、エンコーダは、図16に示すヘッダ情報の一部として、動きマーカー1612の前の動き及びヘッダ情報1610中に、動きベクトルを「not-coded」及び「mcbpc」情報と共に含む。

50

【0159】

パケットを受け取る際にエラーが検出されたが、エラーが動きマーカ1612の後で生じた場合、本発明の一実施の形態では、動きマーカ1612の前で受け取ったデータを使用する。一実施の形態では、動きマーカ1612の位置を予測し、予測した位置に動きマーカ1612がみられたか否かに基づいてエラーを検出する。符号化される場面の性質に応じて、動き及びヘッダ情報1610に含まれるデータは、有利に回復できる多量の情報をもたらすことができる。

【0160】

例えば、「not coded」フラグがセットされている場合、デコーダは前のフレーム中の同じ位置からマクロブロックをコピーすべきである。「not coding」フラグに対応するマクロブロックは、安全に再構築することができる。「mc b p c」は、マクロブロックを形成する6つの8×8ブロック（4つは輝度用、2つは色度用）のうちのいずれが符号化済みであり、したがって対応するDCT係数を文字情報1614中に含むかを識別する。

10

【0161】

R VLCが有効になっている場合、文字情報1614はさらに、第1の部分と第2の部分とに分割される。動きマーカ1612のすぐ後に続く第1の部分は、「c b p y」情報を含み、これは、4つの輝度用8×8ブロックのうちのいずれが実際に符号化されており、いずれが符号化されていないかを識別する。c b p y情報はまた、パケット中の、対応する「イントラDC VLC符号化」が有効になっているイントラ符号化マクロブロックについてのDCT係数も含む。

20

【0162】

c b p y情報はさらにac_pred_flagも含み、これは、対応するイントラ符号化マクロブロックが、そのすぐ左又はすぐ上にある他のマクロブロックからAC予測で異なる形でエンコードによって符号化されているか否かを示す。一実施の形態では、デコーダは、c b p y情報、DCT係数、及びac_pred_flagのうちのすべて又は選択されたものを、文字情報1614中のDCTデータの第1のエラーなし部分の有無と共に使用して、いずれの部分でも安全に復号できるかを評価する。一実施の形態では、このような優良なデータ部分があることは、イントラマクロブロックのDCT係数、及びc b p yによって推論されるマクロブロックの未符号化Yブロックを復号できることを示す。

30

【0163】

送信又は記憶されるデジタル情報の頑強性を高めるためにデジタル通信で使用する技術の1つに、順方向エラー訂正(FEC)符号化がある。FEC符号化は、データを記憶又は送信する前にエラー訂正情報を追加することを含む。FECプロセスの一部はまた、ビットインタリーブなど他の技術を含み得る。元のデータとエラー訂正情報との両方が記憶又は送信されるが、データが紛失した場合、FECデコーダは、受信したデータ及びエラー訂正情報から不足データを再構築することができる。

【0164】

有利なことに、本発明の実施の形態では、効率的かつ下位互換性のある方式でFEC符号を復号する。FEC符号化技術の欠点の1つは、エラー訂正情報が、オーバーヘッドと呼ばれる記憶されるか送信されるデータ量を増加させることである。図17に、ブロックエラーレート(BER)訂正能力とオーバーヘッドとの間のトレードオフの一例を示す。横軸1710は平均BER訂正能力に対応する。縦軸1720はオーバーヘッドの量に対応し、図17ではパーセントで表されている。第1の曲線1730は、理論的なビットオーバーヘッド対BER訂正能力に対応する。第2の曲線1740は、オーバーヘッド対BER訂正能力の実例の1つに対応する。オーバーヘッドコストにもかかわらず、元のデータを意図されたように受信する利益は、データ記憶又は送信が増大するという欠点、或いは帯域幅の限られたシステム中でビット割振りが変更されるという欠点に勝ることができる。

40

【0165】

50

F E C 符号化に関するもう 1 つの欠点は、F E C 符号で符号化されたデータが、F E C 符号化前に使用されていたシステム及び／又は規格にもはや適合しなくなる場合があることである。したがって、F E C 符号化は、M P E G - 4 など既存のシステム及び／又は規格に追加するのが比較的難しい。

【 0 1 6 6 】

既存のシステムとの互換性を有するには、ビデオビットストリームが M P E G - 4 構文などの標準的な構文に準拠すべきである。本発明の実施の形態では有利にも、既存のシステムとの互換性を維持するために、非組織符号ではなく組織 F E C 符号だけで符号化された F E C 符号化済みビットストリームを復号し、識別されたユーザデータビデオパケットから F E C 符号を取り出す。

10

【 0 1 6 7 】

図 1 8 に、組織 F E C データを含むビデオビットストリームを示す。F E C 符号は、組織符号と非組織符号のいずれかに対応するものとして行うことができる。組織符号は、元のデータは手付かずのままにして、F E C 符号を別個に付加する。例えば、従来のビットストリームは、第 1 のデータ 1 8 1 0、第 2 のデータ 1 8 3 0 などを含み得る。組織符号化を使用すると、元のデータ即ち第 1 のデータ 1 8 1 0 及び第 2 のデータ 1 8 3 0 は保存され、F E C 符号が別個に提供される。図 1 8 では、別個の F E C 符号の例を、第 1 の F E C 符号 1 8 2 0 及び第 2 の F E C 符号 1 8 4 0 で示す。一実施の形態では、データは V O P パケット中で搬送され、F E C 符号は、ビットストリーム中の対応する V O P パケットに続くユーザデータパケット中で搬送される。エンコーダの一実施の形態では、各 V O P パケットにつき、ユーザデータビデオパケット中に F E C 符号のパケットを含む。ただし、エンコーダによってなされる判断に応じて、すべてには満たない対応データに F E C 符号を補うこととしてもよい。

20

【 0 1 6 8 】

対照的に、非組織符号化では、元のデータと F E C 符号とが結合される。適用可能なビデオ規格が F E C 符号を指定していない場合、非組織符号結果をビットストリーム中に生成する F E C 技術の適用は避けるべきであることは、当業者には理解されるであろう。

【 0 1 6 9 】

様々な F E C 符号化タイプを使用することができる。一実施の形態では、F E C 符号化技術は、B o s e - C h a u d h u r i - H o c q u e n g h e m (B C H) 符号化技術に対応する。一実施の形態では、5 1 1 のブロックサイズを使用する。図示の構成では、F E C 符号は、チャンネルレベルなど別のレベルとは異なって、パケタイザレベルで適用される。

30

【 0 1 7 0 】

M P E G - 4 システムのコンテキストにおいて、第 1 の F E C 符号 1 8 2 0 及び第 2 の F E C 符号 1 8 4 0 で示すように別個の体系的エラー訂正データを含む方法の 1 つは、エラー訂正データをユーザデータビデオパケットに含むことである。ユーザデータビデオパケットは、標準的な M P E G - 4 デコーダによって無視される可能性がある。M P E G - 4 構文では、データパケットは、ビデオビットストリーム中で、データパケットの開始符号としてのユーザデータ開始符号によってユーザデータビデオパケットとして識別される。ユーザデータ開始符号は、1 6 進法で 0 0 0 0 0 1 B 2 のビットストリングである。ユーザデータビデオパケットには、F E C 符号と共に様々なデータを含むことができる。一実施の形態では、ユーザデータヘッダ符号が、ユーザデータビデオパケット中のデータのタイプを識別する。例えば、ユーザデータヘッダ符号に関する 1 6 ビット符号が、ユーザデータビデオパケット中のデータが F E C 符号であることを識別することができる。まだ定義されていない規格などにおける別の例では、選択されたデータの F E C 符号は、固有の開始コードを有する専用データパケット中で搬送される。

40

【 0 1 7 1 】

ビデオビットストリーム中のすべてのデータに対応するエラー訂正符号を、ユーザデータビデオパケットに含むことができることを理解されたい。ただしこれにより、不利なこと

50

に、比較的多量のオーバーヘッドが生じる。本発明の一実施の形態では有利にも、ビデオビットストリーム中のデータの選択部分のみからFEC符号を符号化する。ユーザデータビデオパケット中のユーザデータヘッダ符号はさらに、対応するFEC符号が適用される選択されたデータを識別することができる。一例では、動きベクトル、DC係数、及びヘッダ情報のうちの少なくとも1つに対応するデータに対してのみ、FEC符号が提供及び復号される。

【0172】

図19は、ビデオビットストリーム中の体系的に符号化されたFECデータを復号するプロセスを概略的に示したフローチャート1900である。このプロセスは、1つのVOPにつき1度アクティブ化することができる。この復号プロセスは有利にも、FEC符号化を含むビデオビットストリームとそうでないビットストリームとに対して互換性を有する。プロセスは第1の状態1904で開始し、ビデオビットストリームを受信する。ビデオビットストリームは、ローカル又はリモートのネットワークを介して無線で受信することができ、さらにバッファなどに一時的に記憶することができる。プロセスは第1の状態1904から第2の状態1908に進む。

10

【0173】

第2の状態1908では、ビデオビットストリームからデータを取り出す。例えば、MPEG-4デコーダでは、標準的なMPEG-4ビデオデータに対応する部分とFEC符号に対応する部分とを識別することができる。一実施の形態では、FEC符号をユーザデータビデオパケットから取り出す。プロセスは第2の状態1908から決定ブロック1912に進む。

20

【0174】

決定ブロック1912では、第2の状態1908で取り出した他のデータと共にFEC符号が利用可能か否かを決定する。FEC符号が利用可能な場合、決定ブロック1912から第3の状態1916に進む。そうでない場合、決定ブロック1912から第4の状態1920に進む。別の実施の形態では、決定ブロック1912では代わりに、受信したビデオビットストリーム中にエラーがあるか否かを決定する。エラーを調査する対象であるビデオビットストリーム中の対応部分は、バッファに記憶することができることを理解されたい。エラーが検出された場合、決定ブロック1912から第3の状態1916に進む。エラーが検出されなかった場合、決定ブロック1912から第4の状態1920に進む。

30

【0175】

第3の状態1916では、FEC符号を復号して、不良データを再構築し、及び／又は受信データの正しさを検証する。第3の状態1916は、FEC符号に付随する通常のビデオデータを復号することを含んでもよい。一実施の形態では、ビデオデータの選択された部分だけにFEC符号が補われており、プロセスは、取り出したFEC符号の対応するデータを示すヘッダ符号などを読み取る。

【0176】

プロセスは第3の状態からオプションの第5の状態1924に進む。符号化プロセスの1つではさらに、FEC符号と同じパケット中に他のデータも含む。例えば、この他のデータは、動きベクトルの数のカウントと、再同期フィールドと動きマーカフィールドとの間で符号化された1パケットあたりのビット数のカウントとのうち、少なくとも一方に対応するものとすることができる。このカウントにより、デコーダは有利にも、再同期を可能にする次のマーカを有するビットストリーム中の場所よりも早くビデオビットストリームに再同期することができる。プロセスは、オプションの第5の状態1924から終了に進む。プロセスは、別のVOPなど、データの次のバッチを処理するために再アクティブ化され得るようになる。

40

【0177】

第4の状態1920では、受信したビデオデータを使用する。取り出したデータは、FEC符号が埋め込まれていないビデオビットストリームに対応する通常のビデオデータとすることができる。取り出したデータはまた、ビデオビットストリーム中で埋め込まれたF

50

EC符号とは別に維持される通常のビデオデータに対応するものとすることもできる。次いでプロセスは、データの次のバッチを処理するために再アクティブ化されるまで終了する。

【0178】

図20は、ビデオデータをエラー復元復号する際にリングバッファを使用するプロセスの1つを概略的に示したブロック図である。データは、様々なビットレート及びバーストで送信及び／又は受信される可能性がある。例えば、ネットワーク輻輳が、データパケットの受信に遅延を生じることがある。特に無線環境では、データのドロップも起こり得る。さらに、比較的少量の受信データを、デコードによって処理される準備ができるまでバッファに記憶しておくこともできる。

10

【0179】

本発明の一実施の形態では有利にも、エラー復元復号のために、リングバッファを使用して入来ビデオビットストリームを記憶する。リングバッファは、固定サイズのバッファである。リングバッファのサイズは、非常に広い範囲で選択できることを理解されたい。リングバッファは、ランダムアクセスメモリ(RAM)などのアドレス指定可能メモリから構築することができる。リングバッファの別名は循環バッファである。

【0180】

ビデオビットストリームをリングバッファに記憶することは、ビデオ対応携帯電話などの無線MP EG-4準拠エンコーダ中でビデオビットストリームをエラー復元復号することを含めて、エラー復元復号において有用である。エラー復元復号技術を使用すると、ビデオビットストリームからのデータを、複数回にわたり、複数の位置で、複数の方向にビデオビットストリームから読み取ることができる。リングバッファにより、デコードは、ビデオビットストリームの様々な部分から確実かつ効率的にデータを取り出すことができる。1つのテストでは、リングバッファを使用することで、ビットストリームデータへのアクセス速度が2倍になった。

20

【0181】

他のバッファ実装形態とは対照的に、データは有利にも、リングバッファからあふれ出すことがない。データは、先入れ先出し(FIFO)方式でリングバッファを出入りする。リングバッファが一杯のときに追加の要素を加えると、リングバッファ中の最初の要素、即ち最も古い要素が上書きされる。

30

【0182】

図20のブロック図は、リングバッファ2002の一構成を示すものである。データが受信されるのに伴って、ビデオビットストリームから受け取られたデータがリングバッファ2002にロードされる。一実施の形態では、ビデオビットストリームを復号するデコードのモジュールは、直接にビデオビットストリームにアクセスするのではなく、リングバッファ2002に記憶されたビデオビットストリームデータにアクセスする。また、リングバッファ2002はデータフロー中でVOPデコードの前にあっても後にあってもよいことは、当業者なら理解するであろう。ただし、VOPはVOPデコードの前では、圧縮された形式なので、リングバッファ2002をVOPデコードの前に配置すれば、リングバッファ2002のためのメモリが節約される。

40

【0183】

リングバッファ2002にロードされるビデオビットストリームデータは、図20ではビットストリームファイル2004で表されている。エラーフラグなどのエラーロギング情報を含めたデータロギング情報もまた、生成されるのに伴ってリングバッファ2002に記憶される。データロギング情報は、図20ではログファイル2006として表されている。一実施の形態では、H.223出力とデコード入力との間のログインタフェースが、リングバッファ2002中のデータロギング情報をビデオビットストリームデータに同期又は整合させるのが有利である。

【0184】

第1の矢印2010は、リングバッファ2002中でデータが記憶される位置(アドレス

50

）に対応する。データがリングバッファ 2002 に追加されるにつれて、リングバッファ 2002 は概念上、図 20 に示すように時計回りに回転する。第 2 の矢印 2012 は、リングバッファ 2002 からデータが取り出される例示的な位置を示す。第 3 の矢印 2014 は、取り出されつつある又はアクセスされつつあるパケット中の例示的なバイト位置に対応するものとして行うことができる。パケット開始コード 2016 が、リングバッファ 2002 全体にわたって分散しているものとして行うことができる。

【0185】

ビデオパケットが有効になっている状態で VOP を復号するためにデータがリングバッファ 2002 から取り出されると、デコーダの一実施の形態は、各パケットの対応エラーフラグを調査する。パケットが破損していることがわかった場合、デコーダは、クリーンな又はエラーのないパケットがみられるまでパケットをスキップする。デコーダは、パケットがみられた場合、適切な位置情報をインデックステーブルに記憶する。これにより、デコーダは、パケットを繰り返しシークすることなく効率的にパケットにアクセスすることができる。別の実施の形態では、デコーダは、リングバッファ 2002 の内容を使用して、図 7～16 に関して上述したように部分的に破損したビデオパケットからデータを回復し使用する。

【0186】

表 2 に、リングバッファ 2002 に記憶されたパケットへの比較的効率的なアクセスを可能にするインデックステーブルの内容のサンプルを示す。

【0187】

【表 2】

番号一表入力		
	初期値	説明
Valid	0	Valid フラグ。値 1 は、リングバッファに、この入力情報に対応する正当なデータが存在することを示す。
Past	0	Past フラグで、0 は、この番号が現在又は未来の番号を有することを示す。
Pos	0	パケットの開始位置で、リングバッファにおける位置を示す。
ErrorType	0	エラータイプ。
Size	0	パケットサイズ。

以上、本発明の様々な実施の形態について記載した。本発明をこれらの具体的な実施の形態に関して記載したが、これらの記述は本発明を例示するものであり、限定するものではない。当業者なら、添付の特許請求の範囲に定義する本発明の要旨及び技術的範囲を逸脱することなく、様々な修正及び応用を想到するであろう。

【図面の簡単な説明】

【0188】

【図 1】本発明の一実施の形態に係る、ビデオ配信システムを実現するためのネットワーク化されたシステムを示す図である。

【図 2】フレームのシーケンスを示す図である。

【図 3】ビデオビットストリーム中のエラー又は不足データを隠蔽するプロセスを概略的に示すフローチャートである。

【図 4】不足の動きベクトルを時間的に隠蔽するプロセスを示す図である。

【図 5】ビデオビットストリーム中のエラーを適宜隠蔽するプロセスを概略的に示すフロ

ーチャートである。

【図 6】加重予測を使用してビデオビットストリーム中のエラーを補償することのできるプロセスを概略的に示すフローチャートである。

【図 7 A】I-VOP の場合の、DC 成分及び AC 成分を含むビデオパケットのサンプルを示す図である。

【図 7 B】P-VOP の場合のビデオパケットを示す図である。

【図 8】破損したマクロブロックを廃棄する例を示す図である。

【図 9】本発明の一実施の形態に係る、破損したパケットの離散コサイン変換 (DCT) 部分を部分的に RVLC 復号するプロセスを概略的に示すフローチャートである。

【図 10】部分的 RVLC 復号の方法を示す図である。

【図 11】部分的 RVLC 復号の方法を示す図である。

【図 12】部分的 RVLC 復号の方法を示す図である。

【図 13】部分的 RVLC 復号の方法を示す図である。

【図 14】少なくとも 1 つのイントラ符号化マクロブロックを含む、部分的に破損したビデオパケットを示す図である。

【図 15】AC 予測によるマクロブロックのシーケンスを示す図である。

【図 16】MPEG-4 データ区分化パケットのビット構造を示す図である。

【図 17】ブロックエラーレート (BER) 訂正能力とオーバーヘッドとの間のトレードオフの一例を示す図である。

【図 18】組織 FEC データを含むビデオビットストリームを示す図である。

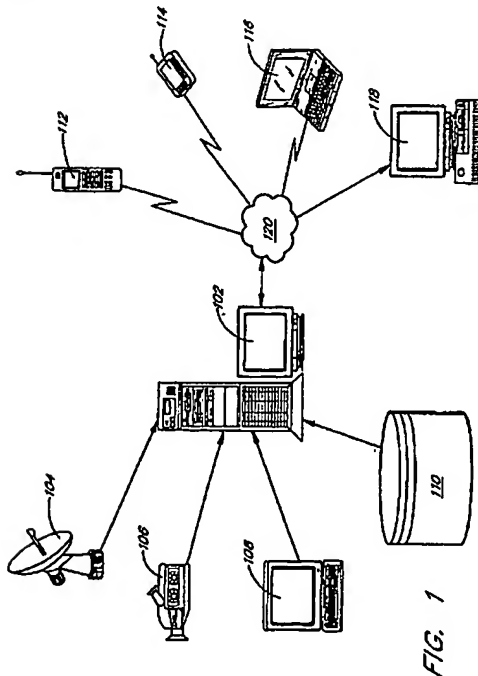
【図 19】ビデオビットストリーム中の体系的に符号化された FEC データを復号するプロセスを概略的に示すフローチャートである。

【図 20】ビデオデータをエラー復元復号する際にリングバッファを使用するプロセスの 1 つを概略的に示すブロック図である。

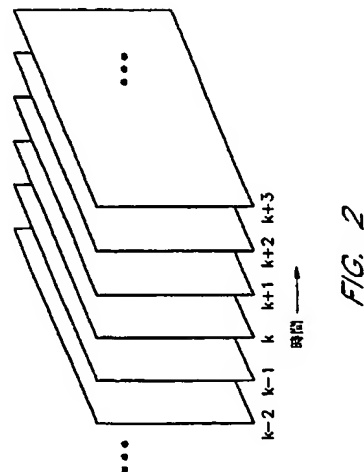
10

20

【図 1】



【図 2】



【図 3】

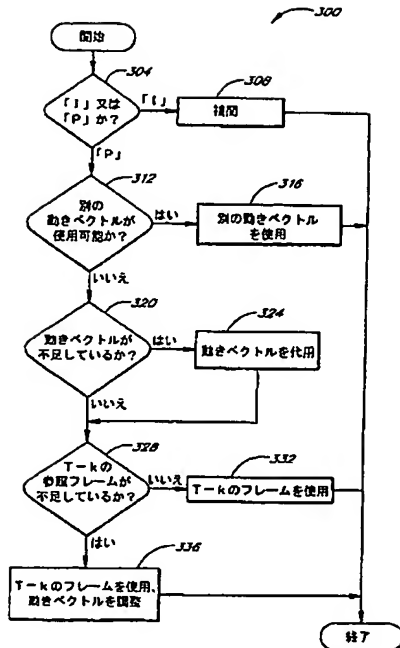


FIG. 3

【図 4】

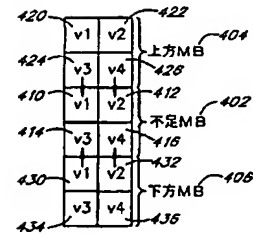


FIG. 4

【図 5】

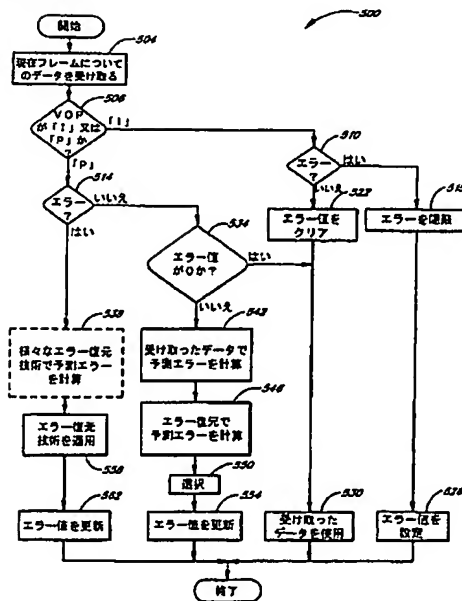


FIG. 5

【図 6】

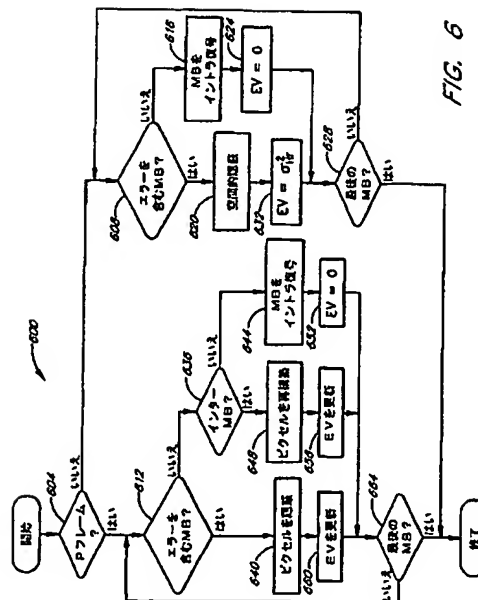


FIG. 6

【 図 7 A 】

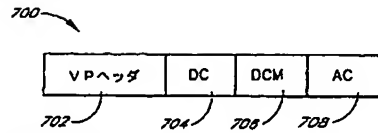


FIG. 7A

【圖 7 B】

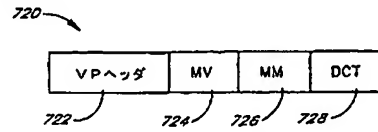


FIG. 7B

【图 8】

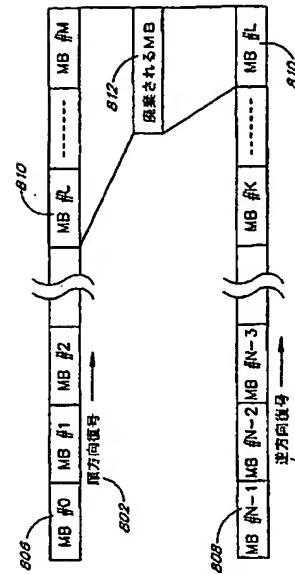


FIG. 8

【圖 9】

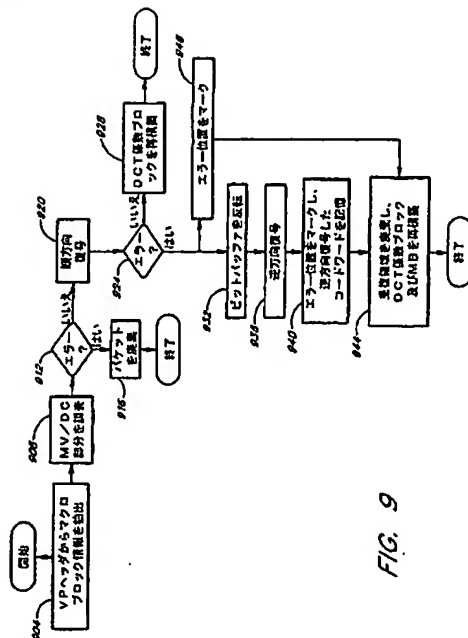


FIG. 9

【 図 1 0 】

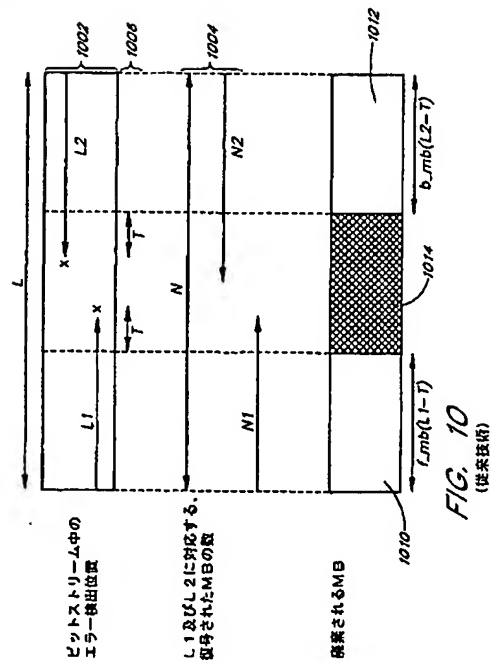
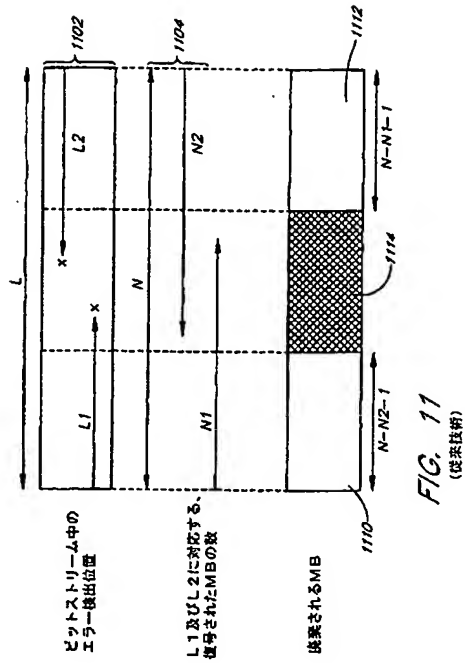
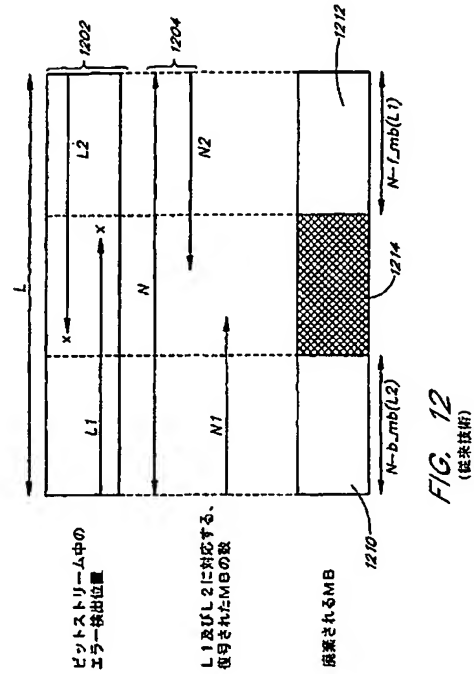


FIG. 10
(從來技術)

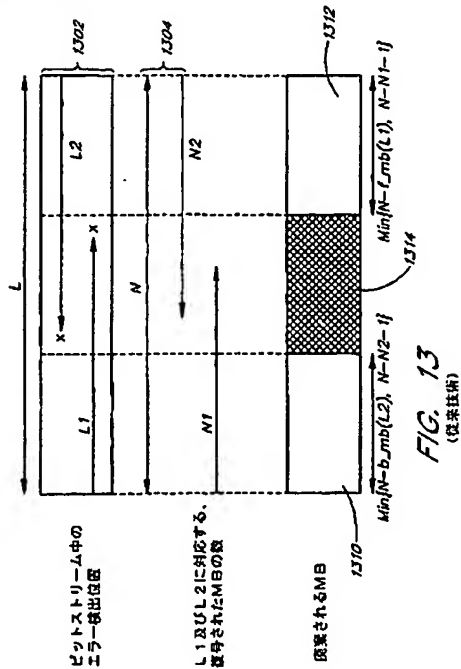
【図 1 1】



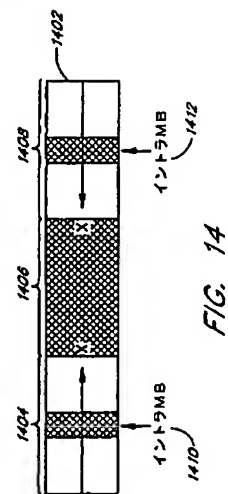
【図 1 2】



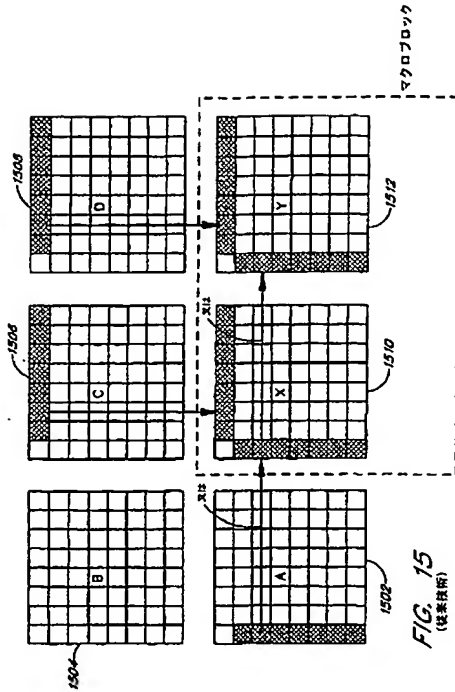
【図 1 3】



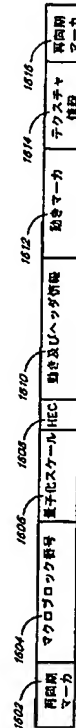
【図 1 4】



【図 15】



【図 16】

FIG. 16
(従来技術)

【図 17】

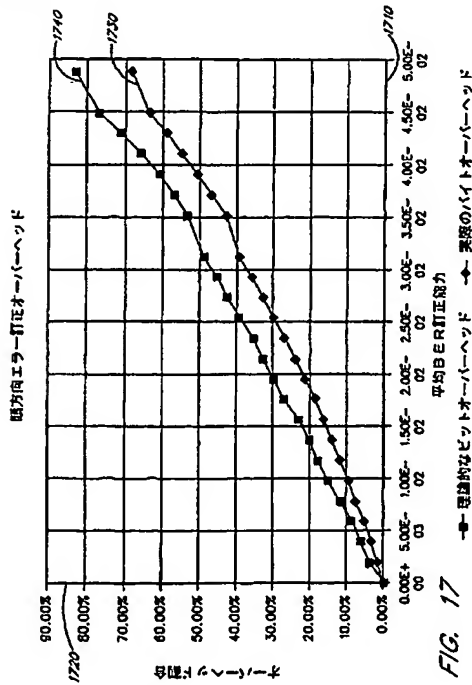


FIG. 17

【図 18】

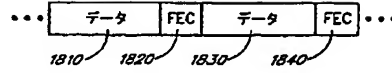


FIG. 18

【図 19】

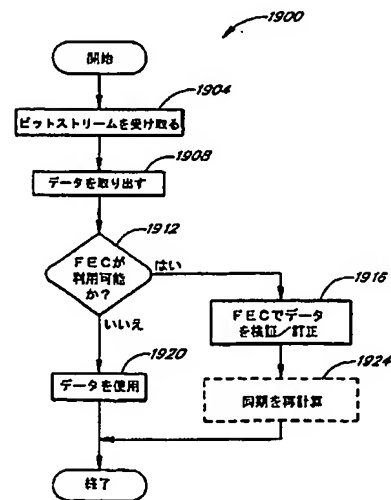


FIG. 19

【図 20】

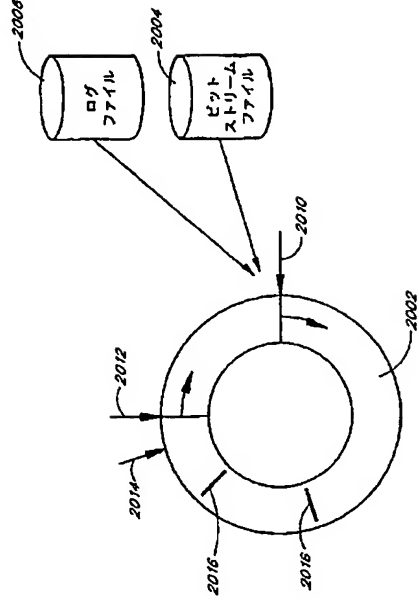


FIG. 20